

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ) отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Сравнительный анализ способов заряда и моделирование системы заряда NiMH-аккумуляторов в различных режимах

УДК 621.355.82:321.354.322:004.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ61	Закомлисов Игорь Викторович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР, доцент ОАР ИШИТР	Коновалов Виктор Иванович	к.т.н		
Руководитель ООП, доцент ОАР ИШИТР	Пушкарев Максим Иванович	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Баннова Кристина Алексеевна	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ОАР	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах»

	Результаты
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами.
P2	Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с разработкой технических систем управления с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения.
P7	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий партнеров
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 27.04.04 Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ) отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ61	Закомлистов Игорь Викторович

Тема работы:

Сравнительный анализ способов заряда и моделирование системы заряда NiMH-аккумуляторов в различных режимах	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2181/с от 28.03.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	МК Arduino Uno; Аккумулятор LADDA 2450; АЦП ADS1240
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Проведение аналитического обзора Выбор аппаратно-технических средств и разработка стенда для исследования Разработка ПО Разработка модифицированного способа заряда Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

	Социальная ответственность
Перечень графического материала	Слайд 1. Название темы. Слайд 2. Цель и задачи. Слайд 3. Актуальность Слайд 4. Методы заряда Слайд 5. Постановка проблемы Слайд 6. Модифицированный метод заряда Слайд 7. Исследовательский стенд Слайд 8. Измерительное устройство Слайд 9. Силовая часть стенда Слайд 10. Модели MatLab Simulink Слайд 11. Результаты. Слайд 12. Название темы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ассистент кафедры менеджмента, к.э.н. Баннова К.А.
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, к.т.н. Авдеева И. И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Социальная ответственность	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Коновалов Виктор Иванович	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ61	Закомлисов Игорь Викторович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) 27.04.04 Управление в технических системах
Уровень образования магистратура
Отделение школы (НОЦ) отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.18	Основная часть	60
24.05.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
28.05.18	Социальная ответственность	10
25.05.18	Обязательное приложение на иностранном языке	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Коновалов Виктор Иванович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОАР	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ61	Закомлистову Игорю Викторовичу

Школа	ИШИТР	Отделение	АиР
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	Затраты на выполнение НИР включают в себя затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработную плату исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НИР выполнялась в соответствии со стандартной системой налогообложения, отчислений, кредитования

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Предпроектный анализ	Определение потенциальных потребителей результатов исследования и анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, оценка готовности проекта к коммерциализации. Проведения FAST анализа и SWOT-анализ. Диаграмма Исикавы.
2. Инициация проекта	Информация о заинтересованных сторонах проекта, цели и ожидаемые результаты НИР, трудозатраты и функции исполнителей проекта

3. Планирование управления научно-техническим проектом	Составление перечня этапов и работ по выполнению НИР, составление калькуляции по отдельным статьям затрат всех видов необходимых ресурсов. Бюджетирование и организация структуры предприятия.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение эффективности и перспектив научного исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Функционально-стоимостная диаграмма
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Календарный план проекта
5. Длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Баннова Кристина Алексеевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ61	Закомлисов Игорь Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ61	Закомлистову Игорю Викторовичу

Инженерная школа информационных технологии и робототехники		Отделение автоматизации и робототехники	
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	27.04.04 Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Целью магистерской диссертации является исследование процессов, проходящих с аккумулятором при его заряде. Область применения – промышленное производство. Рабочее помещение - офисное место (стол, стул, исследовательский стенд, персональный компьютер),
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.3. Рекомендации по минимизации влияний на работника.	1.1.В качестве вредных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 выделены: показатели микроклимата и освещения, шум, электромагнитное излучение, психофизические факторы (нервно психологические, статические, умственные, монотонность). 1.2.В качестве опасных факторов выделены: опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое электричество. 1.3.Приведены рекомендации по улучшению микроклимата в помещении согласно СанПиН2.2.4.548–96.
2. Экологическая безопасность: 2.1. Анализ воздействия на окружающую среду 2.2. Рекомендации по минимизации влияния на окружающую среду.	2.1. Деятельность по разработке ПО не связана с производством, поэтому влияние на окружающую среду минимально.

	2.2. Рассмотрена утилизация бумажных отходов и неисправных комплектующих ПК. Правила утилизации люминесцентных ламп и аккумуляторных батарей.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1. Перечень возможных ЧС на объекте. 3.2. Меры по предотвращению и ликвидации ЧС и их последствий.	3.1. Возможные ЧС в офисном помещении является возникновение пожара. Определена категория помещений по пожароопасной по НПБ 105-03 и класс зон взрывопожароопасной по СП 12.13130.2009. Рассмотрены меры пожарной безопасности. 3.2. Приведены способы защиты от пожара.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1 Охрана труда для операторов и пользователей ПК. Требования безопасности во время работы. Соответствие рабочего места по требованиям и правила и нормы поведения на производстве согласно НТД (ГОСТ 12.2.032-78) 4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Соблюдение "Трудового кодекса Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ61	Закомлисов Игорь Викторович		

Реферат

Выпускная квалифицированная работа содержит 80 страницы текста, 23 рисунков, 28 таблиц, 5 приложений, 25 литературных источников.

Ключевые слова: капельный заряд, АЦП, NiMH аккумулятор, программное обеспечение, платформа.

Цель работы: исследование капельного заряда NiMH аккумулятора и методов детектирования окончания процесса заряда.

В процессе выполнения работы использовалась среда разработки Matlab 2017b для написания программы, также были установлены надстройки embedded coder и Simulink Support Package for Arduino для генерации программы.

В первой главе основной части выполнен обзор основных теоретических сведений о видах аккумуляторов и их особенностях.

Во второй главе описаны исследование математических моделей способов заряда и проведён их анализ.

В третьей главе представлено описание исследовательского стенда.

В четвертой главе представлена реализация программы заряда аккумулятора и сравнение результатов экспериментов и моделирования.

В пятой главе выполнено задание по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Был проведён анализ конкурентоспособности данной разработки, рисков и другие аналитические исследования в области менеджмента. Для этого были использованы базовые и профессиональные знания в области проектного и финансового менеджмента, соответствующей направлению подготовки.

В шестой главе выполнено задание по разделу «Социальная ответственность». В ней было проанализировано рабочее место на предмет выявления основных техносферных опасных и вредных факторов, оценена

степень их воздействия на человека, экологию, а также сформулированы методы защиты от них.

Оглавление

Реферат	1
Оглавление	13
Введение	15
Обзор литературы.....	17
Объект и методы исследования	19
1. Обзор основных теоретических сведений об аккумуляторах	20
2. Исследование математических моделей систем заряда аккумуляторов	22
3. Проведение исследования и создание исследовательского стенда	33
Исследовательский стенд	33
Результаты.....	36
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	37
4.1 Предпроектный анализ	38
4.1.1 FAST анализ.....	40
4.1.2 Диаграмма Исикавы.....	45
4.1.3 SWOT-анализ.....	47
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	48
4.2 Инициация проекта	49
4.3 Организационная структура проекта.	50
4.4 планирование управления научно-техническим проектом	52
4.4.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	58
4.4.2 Расчет материальных затрат НТИ	58
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей работы	59
4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	60
4.4.5 Накладные расходы	61
4.4.6 Реестр рисков проекта	62

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	64
5 Социальная ответственность	67
5.1 Производственная безопасность.....	67
5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	67
5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	73
5.2 Экологическая безопасность:.....	76
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:.....	77
Вывод по разделу социальная ответственность.....	80
Заключение.....	81
Список литературы.....	82
Приложение А.....	84
Приложение Б	97
Приложение В.....	98
Приложение Г	99
Приложение Д.....	100
Приложение Ж.....	101

Введение

В данной исследовательской работе представлена разработка измененного алгоритма заряда NiMH аккумуляторов, реализованного на платформе Arduino UNO.

В последние годы все острее встает вопрос усовершенствования мобильных источников энергии, этот вопрос как глобальный, так и повседневный.

С каждым годом увеличивается использование аккумуляторных батарей больших емкостей. На сегодняшний день эксплуатируется более 2 миллионов электромобилей. По расчётам Международного энергетического агентства, если человечество пойдёт по пути выполнения решений Парижского соглашения по климату, к 2030 году на земле будет уже 140 млн электрических машин. Такой рост приведёт к тому, что до того же 2030 года электромобили «произведут» 11 млн тонн отходов в форме использованных литий-ионных батарей [1].

К сожалению, все аккумуляторы со временем выходят из строя. В Европе на сегодняшний день перерабатывается всего лишь 5% таких батарей [1]. Это приводит к высоким рискам загрязнения окружающей среды. При повреждении аккумуляторов выделяются токсичные элементы и газы, а также существуют другие экологические проблемы, связанные с утилизацией аккумуляторов.

Следовательно, человечество должно более эффективно использовать аккумуляторы. А это означает увеличивать срок их службы.

Данная работа направлена на изучение исследование уже существующих способов заряда и их модификацию. В данной работе будет разработан и реализован исследовательский стенд, а также специальные программы, позволяющие работать с ним.

Разработка программных средств для исследования процессов на уровне контроллеров требует значительного времени от разработчика. Подключение контроллера к среде высокого уровня позволяет может сократить время

проектирования алгоритма для контроллера. MatLab является удачным примером мощной специализированной среды для работы с сигналами.

Особенностью канала «Arduino UNO – MatLab» является то, что такты реального времени задаются не MatLab, а контроллером. Такое построение не требует компиляции Simulink модели с библиотекой реального времени (rtwin.tlc), за счет этого становится возможным использовать в модели практически любые блоки библиотеки Simulink [2].

В этой работе используется среда Simulink для приёма, отображения и обработки данных контроллера Arduino.

Simulink – это интерактивная среда и язык программирования для имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм строить динамические модели процессов. Simulink интегрирована в среду MatLAB. Интеграция позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков, встроенные математические алгоритмы, мощные средства обработки и графического отображения данных для решения всего спектра задач от разработки концепции модели до тестирования, проверки, генерации кода и аппаратной реализации.

Для исследования процессов, проходящих при заряде при помощи Simulink, в данной работе используются надстройки Embedded Coder позволяющий генерировать код на языке C и Simulink Support Package for Arduino создавать и запускать модели Simulink платах Arduino. Пакет поддержки включает библиотеку блоков Simulink для настройки. Он также позволяет вам интерактивно отслеживать и настраивать алгоритмы, разработанные в Simulink, когда они работают на Arduino.

Цель работы: проектирование и разработка устройства для исследования методов заряда аккумуляторов.

Обзор литературы

При написании данной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях, нормативно-законодательные акты.

Актуальность данной темы раскрывается в статье J. Gardiner приводятся доводы в пользу важности проблемы производства, эксплуатации и утилизации аккумуляторов. Так, например, автор утверждает, что при повреждении аккумуляторов выделяются токсичные элементы и газы, а также существуют другие экологические проблемы, связанные с утилизацией аккумуляторов. Следовательно, человечество должно более эффективно использовать аккумуляторы. А это означает увеличивать срок их службы [1].

Основными источниками, раскрывающими теоретические устройства аккумуляторов и методы их заряда, явились работы Isidor Buchmann, Д. П. Чупин, Ходасевич А.Г., Лаврус В., Хрусталева Д. А. Грачев В. Ю. А. Кашкаров, в данных источниках подробно рассмотрено внутреннее устройство аккумуляторов, способы их заряда и их различия, а также представлены еще не решенные проблемы специфичные для данной темы. Isidor Buchmann в своей работе заявляет, что NiMH аккумуляторы имеют специфические проблемы с зарядом. Универсальные способы определения степени заряда устройства не подходят к данному типу аккумуляторов. Поэтому была поставлена цель раскрыть данную проблему и постараться найти методы ее решения [3, 4, 5, 6, 7].

Из работ I. Buchmann и Л.И. Ридико был сделан вывод о сокращении срока службы аккумуляторов при использовании капельного заряда. Так, например, I. Buchmann утверждает, что медленный заряд не применяется, потому что аккумулятор не терпит перезаряда. Что является дополнительным поводом найти новый способ определения уровня заряда NiMh аккумуляторов [3, 8].

На основе этих работ и диссертации автора Сюй Синь были составлены математические модели разных систем заряда аккумуляторов и проведен их анализ [9].

При помощи публикаций А. Kurniawan, а также инструкциями для используемого оборудования, был создан исследовательский стенд, который позволил проверить адекватность математических моделей на реальном аккумуляторе [10, 11, 2].

Данная область достаточно освещена представленными авторами, материалы которых успешно использовались при проведении данного исследования.

Объект и методы исследования

Объектом исследования данной выпускной работы является процесс заряда NiMh аккумулятора. Данный процесс характеризуется изменениями значений тока и напряжения. Процесс заряда происходит по заранее заданному алгоритму при помощи управляющих устройств.

В данной работе было проведено исследование методов заряда аккумуляторов, а также были предложены модифицированные методы, предназначенные для решения проблем, связанных с перезарядом.

При проведении исследования использовались следующие методы: изучение и анализ литературы по данной тематике, эксперимент, математическое моделирование.

Анализ — метод исследования основанный на мысленном разделении целого на составные части. Метод анализа позволяет получить необходимую информацию о структуре объекта исследования, а также выделить большого числа фактов те, которые непосредственно относятся к рассматриваемому вопросу.

Эксперимент — метод исследования, при помощи которого в контролируемых условиях исследуются явления реально мира.

Математическое моделирование — метод изучения сложных систем посредством исследования на ЭВМ их математических моделей, имитируя различные условия функционирования системы, определяют величины, характеризующие поведение системы, ее параметры.

Для проведения математического моделирования, в данной работе было использовано ППП MatLab Simulink — это интерактивная среда и язык программирования для имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм строить динамические модели процессов.

1. Обзор основных теоретических сведений об аккумуляторах

Аккумулятор – многоразовый источник тока химического действия, в основу которого положен принцип обратимости химических процессов (окислительно-восстановительная реакция), что обеспечивает многократное его использование. Аккумулятор используется для накопления энергии и дальнейшего его использования как автономный источник энергии в различных электротехнических устройствах [12].

Принцип действия аккумулятора, как уже было сказано ранее, исходит из обратимости химических процессов, то есть при полностью разряженном аккумуляторе, мы можем восстановить его работоспособность путём заряда, пропуская электрический ток в направлении, обратном направлению при разряде.

Наиболее распространёнными сейчас являются:

1. Свинцово-кислотный (Lead Acid) – самый распространённый тип аккумуляторной батареи, который используется в автомобилях.
2. Никель-кадмиевые (NiCd) – наибольшее распространение получили как замена стандартного гальванического элемента, так же применяются в электрокарах, трамваях и троллейбусах для осуществления питания цепей управления.
3. Никель-металлогидридные (NiMH) – так же используются как замена стандартного гальванического элемента, в электромобилях, радиоаппаратуре, осветительной технике.
4. Литий-ионные (Li-ion) – нашел применение в современных бытовых и строительных приборах, а также в мобильных устройствах.
5. Литий-полимерные (Li-pol) – используется в мобильных устройствах и цифровой технике [6].

Так же, при зарядке батарей необходимо учесть различные ограничения для каждого из типов, к примеру, NiCd- и NiMH аккумуляторы имеют так называемый эффект памяти (заряд аккумулятора который не полностью

разрядился), поэтому такие аккумуляторы нужно разряжать полностью, и только потом ставить на зарядку, для продолжения их срока службы и последующей эксплуатации. NiMH аккумуляторы – очень чувствительны к перезаряду. Так же данным типам аккумуляторов можно отнести заметный саморазряд, что говорит о том, что, будучи заряженными и не подключенными к нагрузке, они будут терять свой заряд, и если вы их храните не используя, то вам необходимо постоянно проверять их уровень заряда, и при необходимости заряжать. Или же использовать метод капельной подзарядки – это подзарядка аккумулятора малым током, для того что бы скомпенсировать его саморазряд.

Капельная зарядка снижает срок эксплуатации аккумулятора. При капельной зарядке зарядный ток действует постоянно. По этой причине ток выбирается малым. При этом в аккумуляторе происходят химические процессы ухудшающие его свойства. Долго находясь под действием тока, аккумуляторы начинают деградировать, теряя максимальную емкость [8].

Методы детектирования окончания заряда, существующие на данный момент, не позволяют надежно определить конец капельной зарядки. Как говорилось ранее при капельной зарядке используются малые токи, что не позволяет измерить с достаточной точностью скачек напряжения в конце зарядки. А детектирование по росту температуры имеет большую задержку по времени.

В связи с этим наиболее популярным является метод «быстрой зарядки», несмотря на то, что в нем используются большие токи, составляющие примерно 0.5-1С. Но в данной исследовательской работе будет представлено исследование показывающее метод остановки процесса зарядки при использовании метода капельной зарядки.

2. Исследование математических моделей систем заряда аккумуляторов

Для изучения процессов, проходящих с аккумулятором при заряде, представим его в виде «черного ящика». В таком случае имея его ММ мы можем с достаточной точностью предсказать реакции аккумулятора на производимые воздействия. И тем самым будет возможно изучить способы заряда.

Для этого воспользуемся ПП Matlab Simulink. В данной программе существуют специальные библиотеки с различными блоками, которые представляют собой ММ реальных объектов.

В этой работе будут использованы следующие блоки:

Scope из библиотеки Commonly Used Blocks – блок, при помощи которого можно визуализировать сигналы.



Рисунок 1 – Блок Scope

Battery из библиотеки simscape – Этот блок представляет собой математическую модель аккумулятора, в его настройках можно выбрать тип аккумулятора, а также его параметры. На его вход подается напряжение, а на выходе можно наблюдать такие параметры как ток, напряжение на батарее, степень заряженности и т.д.

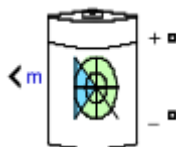


Рисунок 2 – Блок Battery

Voltage Measurement из библиотеки simscape – блок представляющий собой вольтметр, на выходе можно измерять напряжении на участке цепи.



Рисунок 3 – Блок Voltage Measurement

Current Measurement из библиотеки simscape – блок представляющий собой ММ амперметра, на выходе можно наблюдать ток в цепи.



Рисунок 4 – Блок Current Measurement

Current Source из библиотеки simscape – управляемый источник тока, на вход этого блока подается необходимое значение тока, которое будет на выходе.



Рисунок 5 – Блок Current Source

S – function User-Defined Functions - Блок S-функции позволяет записать практически любую логику работы на языке Matlab и использовать его в моделировании.

Gain – блок коэффициента, позволяет умножить сигнал на константу.

Model из библиотеки Ports & Subsystems – этот блок позволяет включать модель в качестве блока в другую модель. Включенная модель называется ссылочной моделью. Также он позволяет запускать модели Simulink на внешних устройствах.

Data Type Conversion – блок предназначенный для преобразования сигналов с одним типом данных в другие.

Из библиотеки Simulink Support Package for Arduino Hardware:

Digital Output – управление цифровым выходом на МК Arduino UNO.



Рисунок 6 – Блок Digital Output

PWM – управление аналоговым выходом на МК Arduino UNO, при помощи ШИМ модуляции.



Рисунок 7 – Блок PWM

Byte Pack – Блок преобразует один или несколько сигналов выбираемых пользователем различных типов данных в один вектор с типом uint8 для вывода.

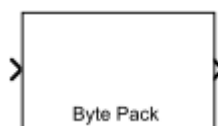


Рисунок 8 – Блок Byte Pack

SPI Write/Read – Этот блок позволяет записывать данные и считывать данные с устройства SPI, подключенного к плате Arduino UNO [5].



Рисунок 9 – Блок SPI Write/Read

Составим следующую систему управления в ПП Matlab.

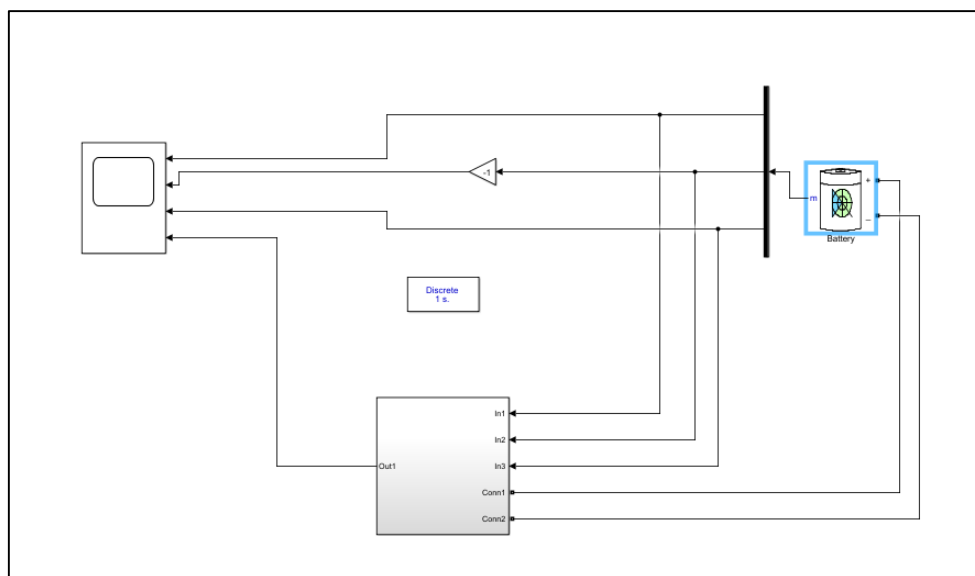


Рисунок 10 – Система управления зарядом аккумулятора

На рисунке 10 видно, что подсистема получает на вход значения уровня заряда аккумулятора, напряжение и ток. А по этим значениям управляет зарядом аккумулятора.

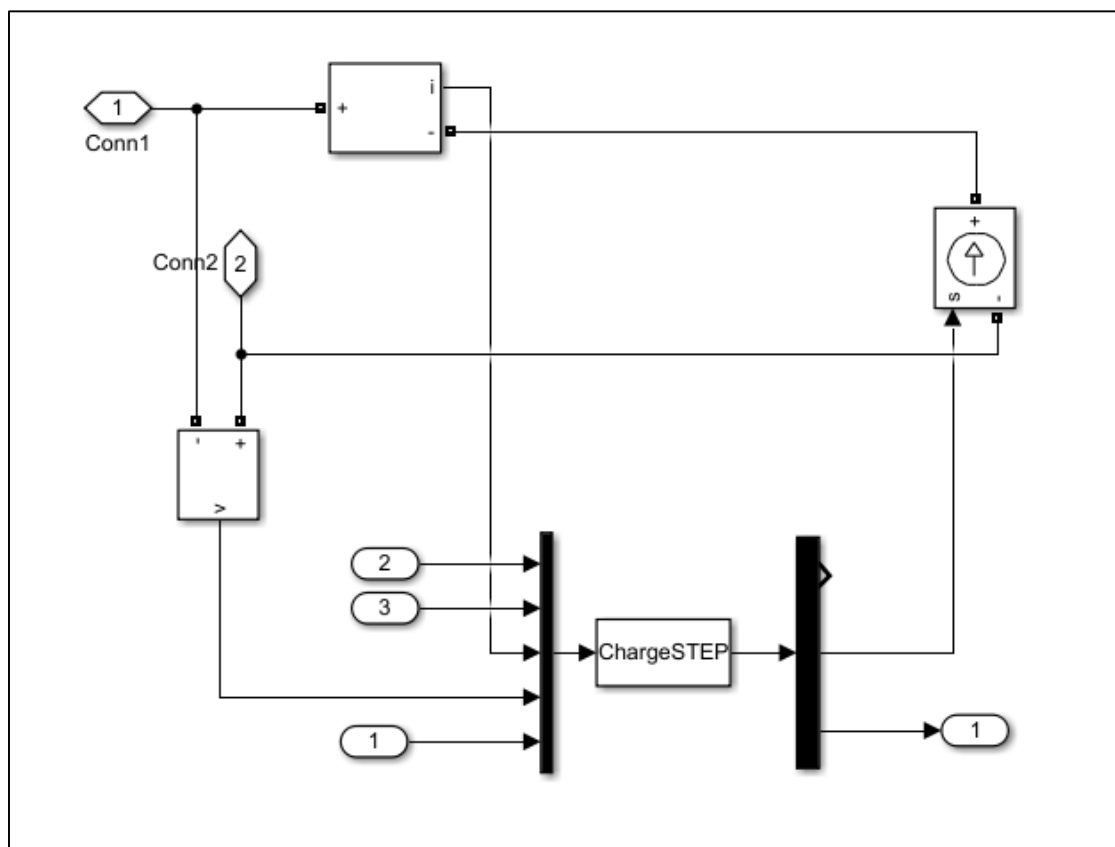


Рисунок 11 – Структура подсистемы управления зарядом

Подсистема, представленная на рисунке 11, состоит из вольтметра, амперметра, источника тока и s-функции. s-функция здесь выполняет роль контроллера и управляет процессом заряда в зависимости от заданной программы. Листинги s-функций, для систем капельного, быстрого, импульсного и ступенчатого зарядов представлены в приложениях с Ж и З соответственно.

На рисунке представлена структурная схема аккумулятора, которая помогает понять ее математическую модель. В схему включается источник управления напряжением, внутренней резистор (который представляет собой не более 1 Ом), ключ (которой управляется зарядом и разрядом при условиях 1 и 0), фильтр потери тока первого порядка, блок заряда, блок разряда, блок экспоненциальной динамики зоны [9].

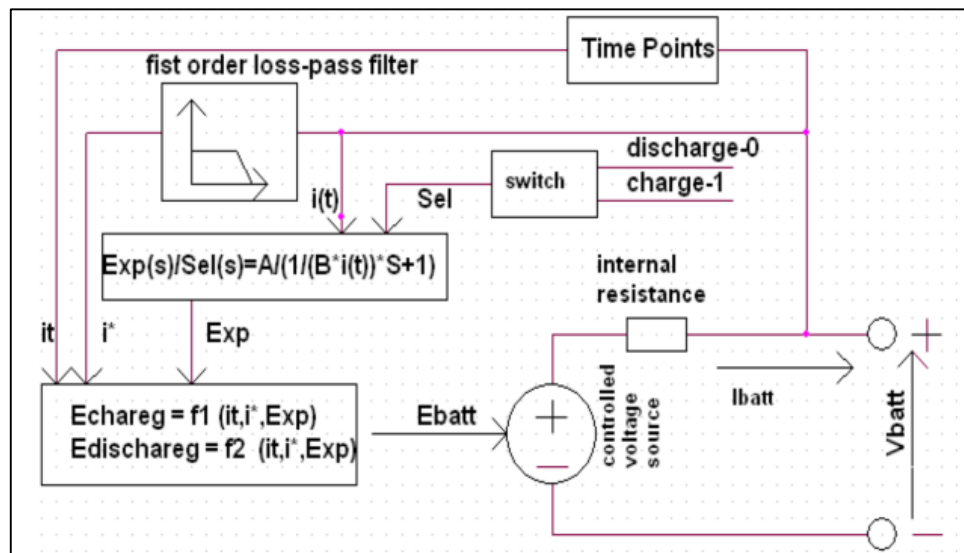


Рисунок 12 – Схема замещения аккумулятора

Для моделирования процесса заряда аккумулятора нам потребуется ММ самого аккумулятора. В ПП Matlab в библиотеке Simscape существует готовая модель аккумулятора.

Скорость зарядки аккумулятора зависит от величины зарядного тока. Ток зарядки обычно измеряют в единицах C , где C – численное значение емкости аккумулятора. Это не совсем корректно с точки зрения размерностей физических величин, но принято считать, что ток $1C$ для аккумулятора емкостью 2500 мА/ч равен 2500 мА . По скорости различают несколько видов зарядки: капельная зарядка, быстрая зарядка, заряд импульсным током и заряд ступенчатым током. Капельная зарядка обычно определяется как зарядка током $0.1C$, быстрая зарядка – током от $0,3C$ до $1C$.

Принципиальным отличием капельной и быстрой зарядки является то, что при быстрой зарядке зарядное устройство должно автоматически заканчивать процесс, пользуясь какими-то критериями. При капельной зарядке окончание процесса можно не детектировать, а аккумулятор может находиться в состоянии капельной зарядки сколь угодно долго.

Моделирование быстрого заряда аккумулятора

Большинство производителей NiMH аккумуляторов приводят характеристики своих аккумуляторов для случая быстрой зарядки током 1C. Хотя иногда можно встретить рекомендации не превышать ток 0.75C. Эти рекомендации связаны химическими процессами, проходящими в аккумуляторе. Считается, что быстрый заряд можно использовать только в диапазоне температур 0...+40°C и при напряжении на аккумуляторе 0.8...1.8 В. При таких токах велика вероятность перегрева аккумулятора, что уменьшит срок его эксплуатации. Поэтому при быстрой зарядке аккумулятора очень важно зарядку вовремя прекратить. К счастью, в режиме быстрой зарядки есть довольно надежные критерии, по которым зарядное устройство может это сделать.

Алгоритм работы быстрого зарядного устройства состоит из нескольких фаз:

1. Определение наличия аккумулятора.
2. Квалификация аккумулятора
3. Пред-зарядка
4. Переход к быстрой зарядке
5. Быстрая зарядка
6. Дозарядка
7. Поддерживающая зарядка

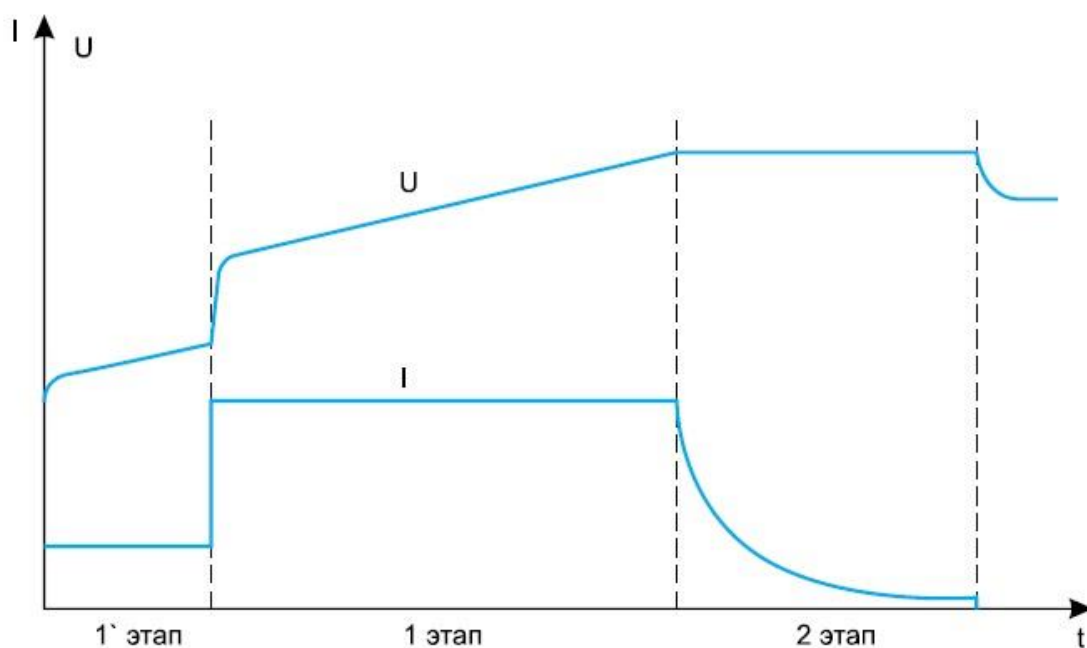


Рисунок 13 – график изменения тока и напряжения при быстром заряде

Так как некоторые из представленных фаз не влияют на КПД и скорость протекания заряда аккумулятора, в данной работе составим модель только для пунктов 3 – 6. Результат моделирования представлен в приложении В.

Моделирование импульсного заряда аккумулятора

Идея заряда аккумулятора импульсным током заключается в системе заряда без фазы постоянного напряжения.

На аккумулятор подаются импульсы тока приблизительно (0,7 – 1) С. Продолжительность импульсов при таком методе заряда зависит от напряжения на аккумуляторе. Необходимо не превышать максимально допустимое напряжение на аккумуляторе.

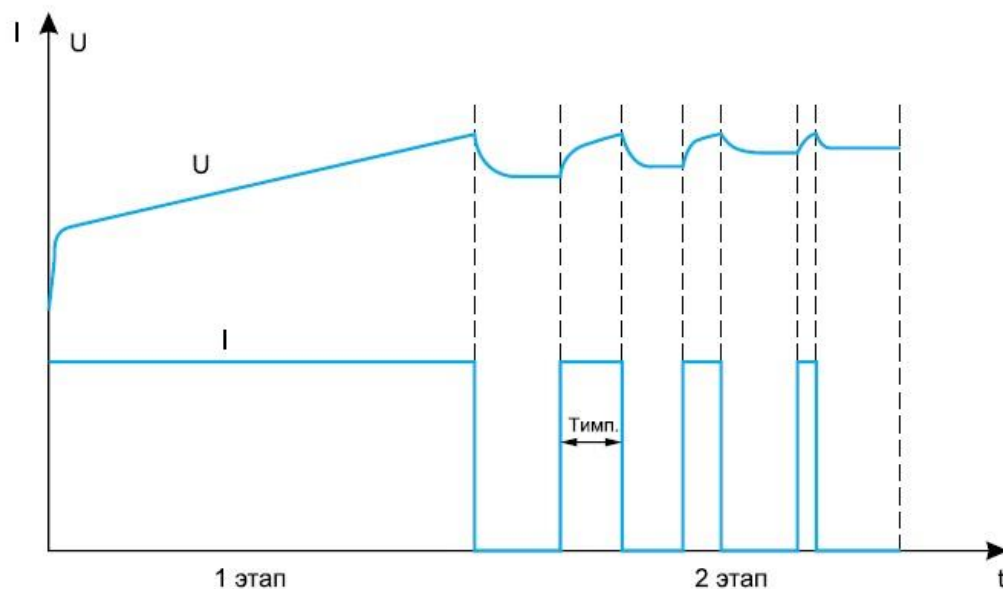


Рисунок 14 – график изменения тока и напряжения при импульсном токе

Критерием остановки процесса заряда в таком случае могут служить продолжительность импульсов или напряжение на аккумуляторе. Результат моделирования представлен в приложении В.

Моделирование ступенчатого заряда аккумулятора

Такого же эффекта (поддержание заданного напряжения) можно добиться, снижая ток, подаваемый на аккумулятор.

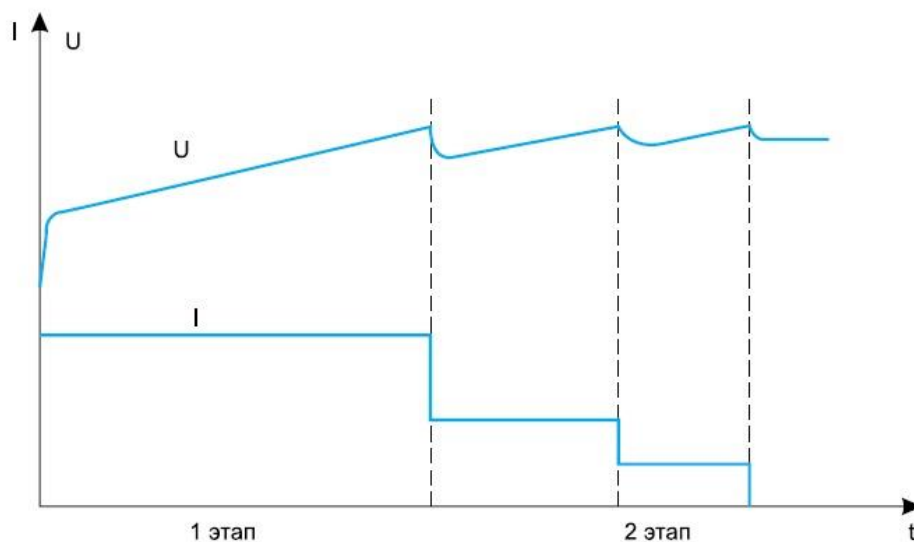


Рисунок 15 – график изменения тока и напряжения при заряде ступенчатым способом

Уменьшая ток заряда меньше чем в 2 раза можно получить процесс похожий на второй этап быстрой зарядки (рисунок). Результат моделирования представлен в приложении Г.

Моделирование капельного заряда аккумулятора

Как было сказано ранее при использовании капельного заряда невозможно детектировать окончание процесса. Поэтому при таком методе аккумулятор находится под напряжением все время, что уменьшает срок его службы.

Используя математические модели системы заряда аккумулятора найдем зависимость уровня заряда от состояния системы.

Предположим, что реакция системы при разных уровнях заряда будет разной. Для проверки этого, во время заряда изменим ток заряда и изучим реакцию системы на это воздействие.

Алгоритм измерения заряда состоит в следующем: в момент проверки уровня заряда стенд снижает ток до 0 и ждет установившегося значения напряжения, после этого на определённое время на аккумулятор подается ступенчатое воздействие. По прошествии определенного времени, заряд продолжается первоначальным током.

На графике видно, что при таком воздействии возникает определенный переходный процесс. И по его характеристикам можно судить о степени заряда аккумулятора.

Результаты моделирования представлены на рисунках с 16 по 18.

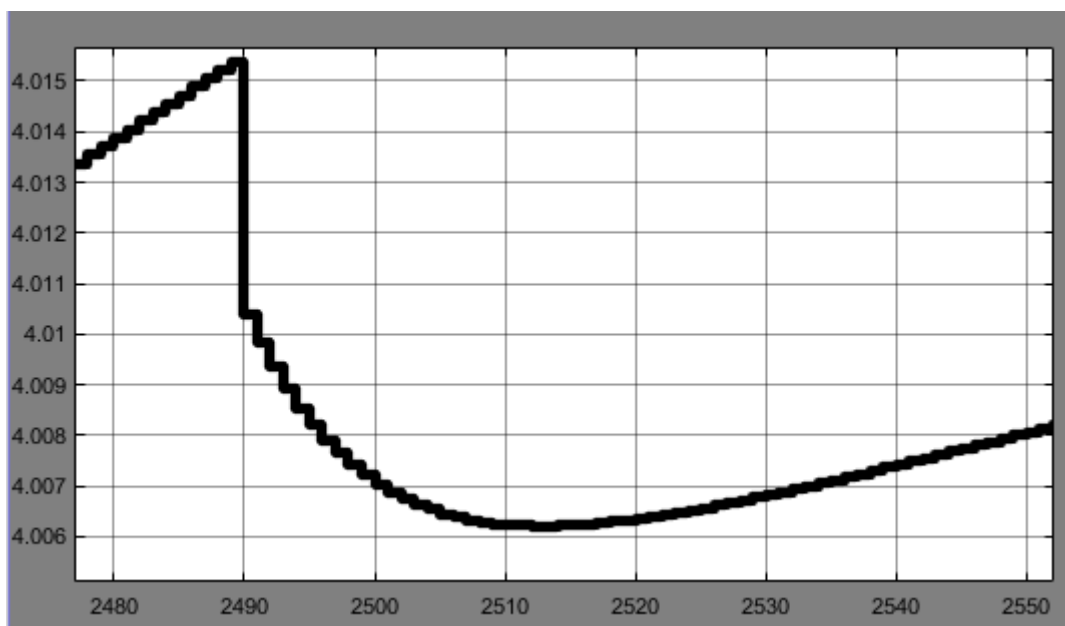


Рисунок 16 – реакция системы при уровне заряда 20 %

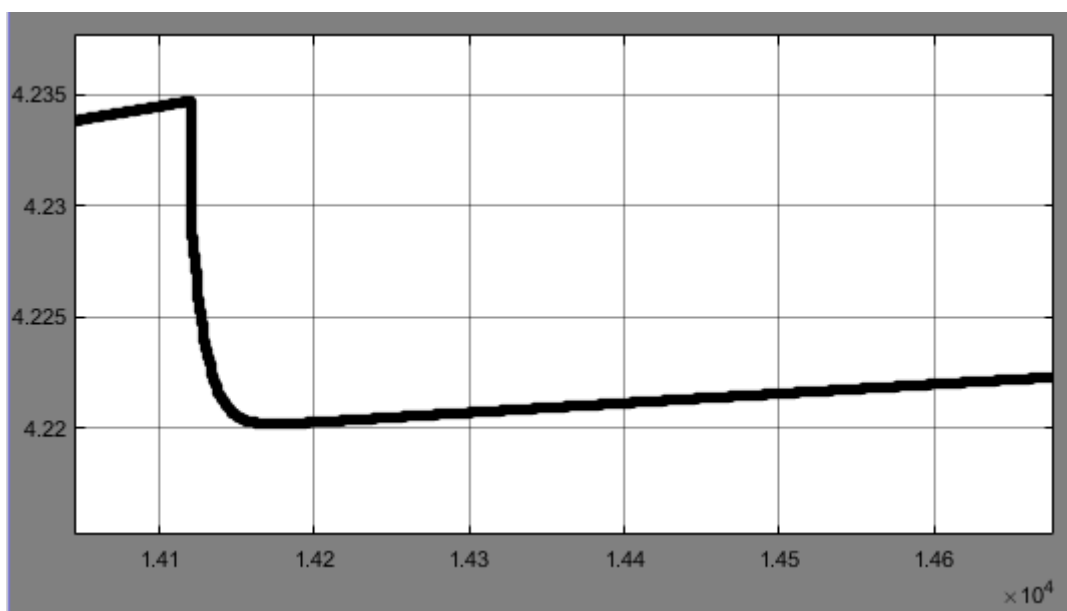


Рисунок 17 – реакция системы при уровне заряда 50 %

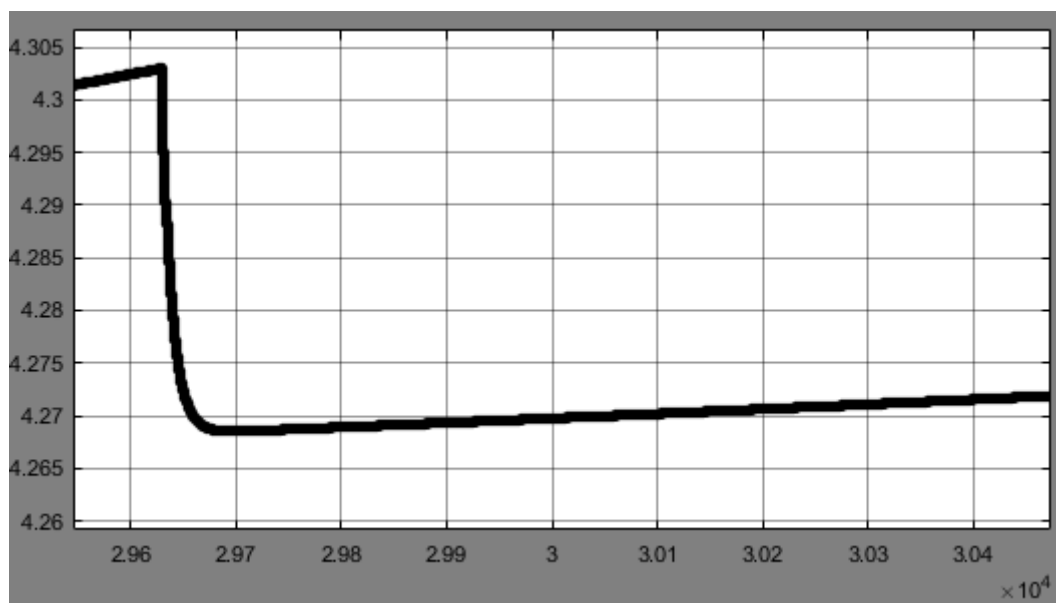


Рисунок 18 – реакция системы при уровне заряда 90 %

Сопоставим перепад напряжения с уровнем заряженности аккумулятора. Эти данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Падение напряжения

20%	0,009 В
50%	0,015 В
90%	0,035 В

Как видно из таблицы 1, с увеличением уровня заряда увеличивается разница между установившимся значением ступенчатого воздействия и минимальным напряжением после снятия увеличенного тока, в результате истечения установленного времени.

Проверяя таким методом степень заряда аккумулятора можно использовать любой алгоритм заряда, даже капельный.

3. Проведение исследования и создание исследовательского стенда

Исследование в данной работе заключается в проверке соответствия математических моделей и процессов, проходящих в реальных системах заряда.

Для этого был спроектирован и реализован исследовательский стенд.

Исследовательский стенд

Для реализации такого устройства нам понадобится контроллер и измерительные устройства, а также исполнительные устройства.

В качестве контроллера была выбрано Arduino UNO, это достаточно распространенный контроллер для построения прототипов электронных устройств. Для контроля тока в цепи заряда аккумулятора в данной работе используется следующий метод: измеряя напряжение на шунте с известным напряжением МК преобразует его в значение тока в цепи. Проблема состоит в том, что внутренний АЦП микроконтроллера имеет 10 разрядов, что позволяет измерять напряжения с шагом 0,05В при опорном напряжении 5В. Но в таком случае для измерения с достаточной точностью тока придется использовать шунт с сопротивлением порядка 10Ом, при этом он будет сильно греться, что не только уменьшит КПД установки, но и исказит измерения.

Поэтому в данной работе был использован шунт на 75мОм и внешнее измерительное устройство.

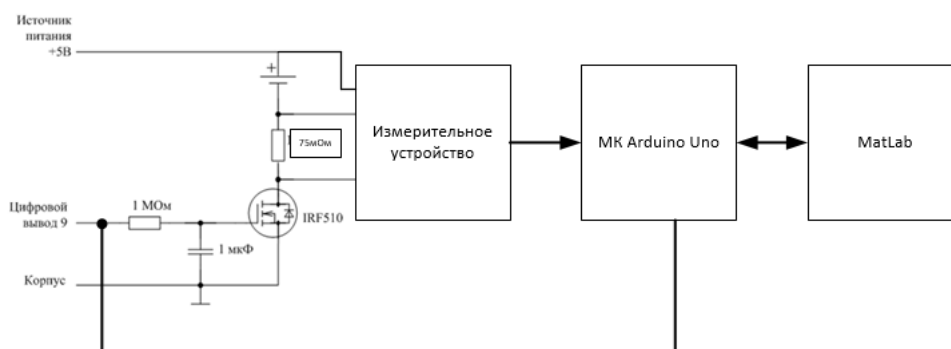


Рисунок 19 – Схема исследовательского стенда

Измерительно устройство состоит из АЦП на 24 разряда, источника опорного напряжения, стабилизатора и обвязки. Для его настройки был

использован цифровой анализатор, он фиксирует напряжение на каналах и преобразует его в последовательности бит [10, 11].

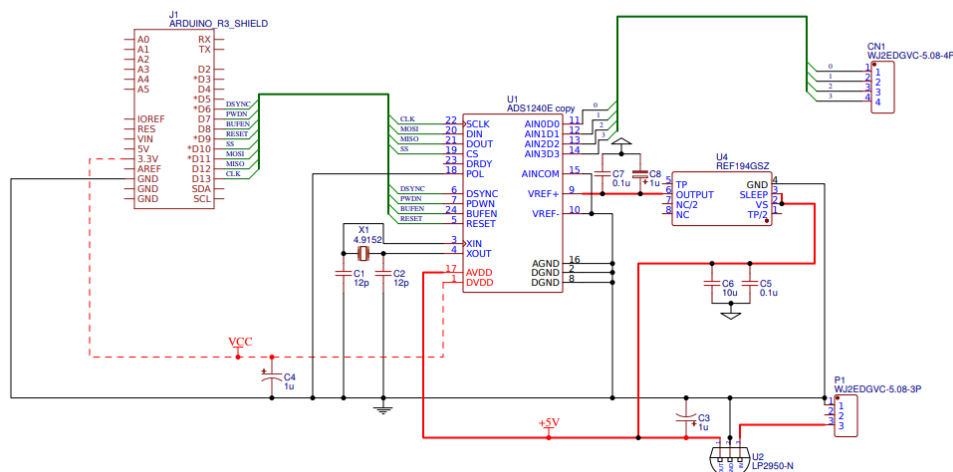


Рисунок 20 – Электрическая схема подключения АЦП

Это устройство может измерять дифференциальное напряжение по 4 каналам, и передать его по SPI протоколу.

Matlab взаимодействует с МК Arduino при помощи специальных библиотек и PИL метода. PИL позволяет принимать и передавать данные с хост компьютера, и общаться с оригинальной моделью Simulink. Интерфейс взаимодействия может быть любым, который поддерживается вашим процессором.

В этой схеме при помощи цифрового входа 9 и ШИМ сигнала с контроллера можно управлять зарядными токами аккумулятора, а сопротивление даст возможность его измерять для обеспечения регулирования по току.

«Силовая» часть установки вынесена на отдельную плату. На ней находятся транзистор для управления током, реле для смены режима заряд/разряд и прочие устройства.

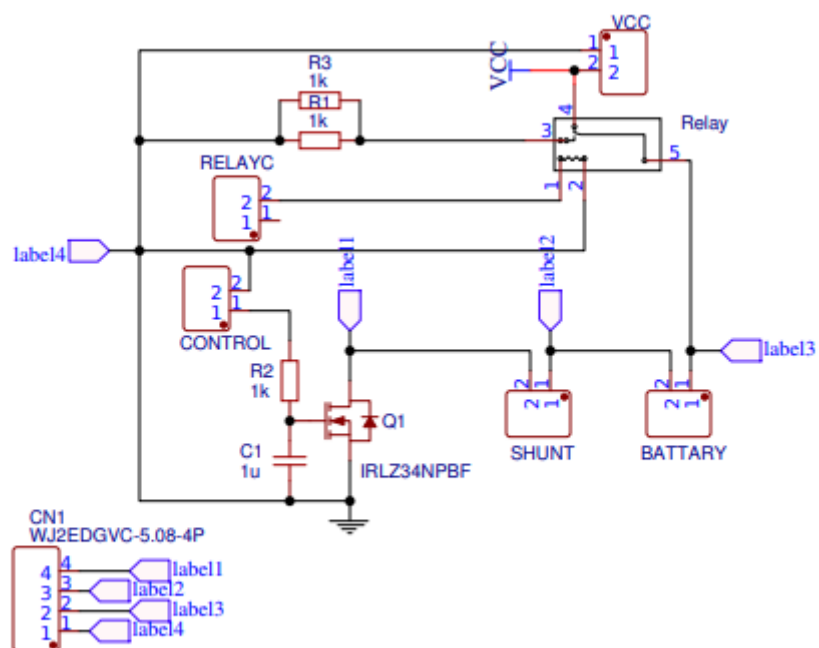


Рисунок 21 – электрическая схема «Силовой» части установки

Результаты

В результате, было проведено исследование методов заряда аккумуляторов, была создана модель системы заряда аккумулятора и проведен анализ различных методов заряда.

Было сделано предположение о линейной зависимости параметров переходной характеристики аккумулятора и степени его заряда. Данная гипотеза была проверена при помощи математического моделирования. В результате было выяснено, что, существует положительная корреляция между, разницей напряжений «под нагрузкой» и «без нагрузки» и степенью заряда аккумулятора.

Также был спроектирован и собран исследовательский стенд для контроля процесса заряда аккумуляторов и разработаны специальные программы для работы с ним.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном исследовании были изучены системы заряда аккумуляторов. А также был предложен модифицированный метод заряда, который позволяет увеличить срок службы аккумуляторов. В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы финансовый менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Для оценки коммерческой ценности разработки был проведен анализ коммерческой привлекательности научного исследования. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Данный раздел ВКР отвечает на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какая будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Далее в разделе будет проведен анализ существующей ситуации на рынке систем заряда, анализ конкурентоспособности данного исследования, а также будет рассчитан бюджет проекта и сделан вывод о его коммерческой эффективности.

4.1 Предпроектный анализ

Проведем анализ рынка, для этого необходимо выделить его область к которой относиться исследование, иначе провести сегментирование рынка.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

В таблице 2 приведена карта сегментирования, позволяющая оценить степень конкуренции в разных сегментах.

Таблица 2 – карта сегментирования

		Вид светодиодной рекламы		
		Li-on	Ni-Mh	Ni-Cad
Потребители услуг	Частные потребители			
	Средний бизнес			
	Крупный и производства			

Сибконтакт

Робитон

Для оценки конкурентоспособности данного проекта сравним его с продуктами двух производителей, представленных на рынке. Результаты сравнения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Заряд нескольких видов аккумуляторов	0,05	4	2	5	0,2	0,1	0,25
2. Степень автоматизации	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
3. Функция автоотключения	0,2	5	3	3	1	0,6	0,6
4. Сложность конструкции	0,05	5	2	5	0,25	0,1	0,25
5. Измерение текущего уровня заряда	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	4	5	0,05	0,2	0,25
3. Цена	0,05	5	2	5	0,25	0,1	0,25
4. Финансирование разработки	0,1	1	5	5	0,1	0,5	0,5
5. Срок выхода на рынок	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого	1	39	38	46	4,15	4,1	4,3

4.1.1 FAST анализ

Как видно из таблицы 3 данное исследование занимает среднее место по конкурентоспособности, для повышения этого параметра необходимо выяснить включает в себя или нет, данный проект, функционально неоправданные затраты.

Для этого проведем FAST анализ. Он состоит из 5 стадий:

Стадия 1. Выбор объекта

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

Главная функция – внешнюю функцию, определяющую назначение, сущность и главную цель создания объекта в целом. Для объекта исследования рассмотренного в данной работе главной функцией является перекрещение процесса заряда аккумулятора при его полной зарядке.

В качестве основных функций объекта исследования выступают:

- Заряд аккумулятора по определенному алгоритму;
- Контроль за уровнем заряда аккумуляторов;

Вспомогательными функциями для данного объекта являются:

- Измерение тока и напряжения
- Программное изменение тока в цепи, по алгоритму

Для наглядности сведем данные по 3 стадии в таблицу 4

Таблица 4 – Классификация функций, выполняемых объектом
исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
МК	1	Передаёт данные и получит команды от ПК	X		
Прошивка МК	-	Реализует алгоритм работы		X	
Измерительное устройство	1	Переводит значения напряжения на участках цепи в цифровой вид		X	
Силовая часть	1	Позволяет изменять значение тока в цепи командой МК		X	
ПК	1	позволяет визуализировать данные получение от МК			X

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф

На первом этапе необходимо построить матрицу смежности функции.

Таблица 5 – Матрица смежности

	Функ. 1	Функ. 2	Функ. 3	Функ. 4	Функ. 5
Функция 1	=	>	>	>	>
Функция 2	<	=	>	>	>
Функция 3	<	<	=	<	>
Функция 4	<	<	>	=	>
Функция 5	<	<	<	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Второй этап связан в преобразование матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций.

Таблица 6 – Матрица количественных соотношений функций

	Функ. 1	Функ. 2	Функ. 3	Функ. 4	Функ. 5	Итого	Значимость
Функция 1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	7	0,28
Функция 2	0,5	1	1,5	1,5	1,5	6	0,24
Функция 3	0,5	0,5	1	0,5	1,5	4	0,16
Функция 4	0,5	0,5	1,5	1	1,5	5	0,20
Функция 5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	3	0,12
						$\Sigma=25$	

В рамках третьего этапа происходит определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Сделать это

возможно с помощью применения нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в табл. 7.

Таблица 7 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом
исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-ч	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
МК	1	Передает данные и получает команды от ПК	–	–	600	–	600
Прошивка МК	-	Реализует алгоритм работы	–	112	–	2240	2240
Измерительное устройство	1	Переводит значения напряжения на участках цепи в цифровой вид	–	112	1000	2240	2240
Силовая часть	1	Позволяет изменять значение тока в цепи командой МК	–	16	300	320	620
ПК	1	позволяет визуализировать данные полученные от МК	–	112	–	2240	2240
							7940

В дальнейшем путем суммирования затрат по каждой функции определяется общая стоимость каждой из них. Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы на следующей стадии.

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Для наглядного представления результатов прошлых стадий анализа построим функционально-стоимостную диаграмму.

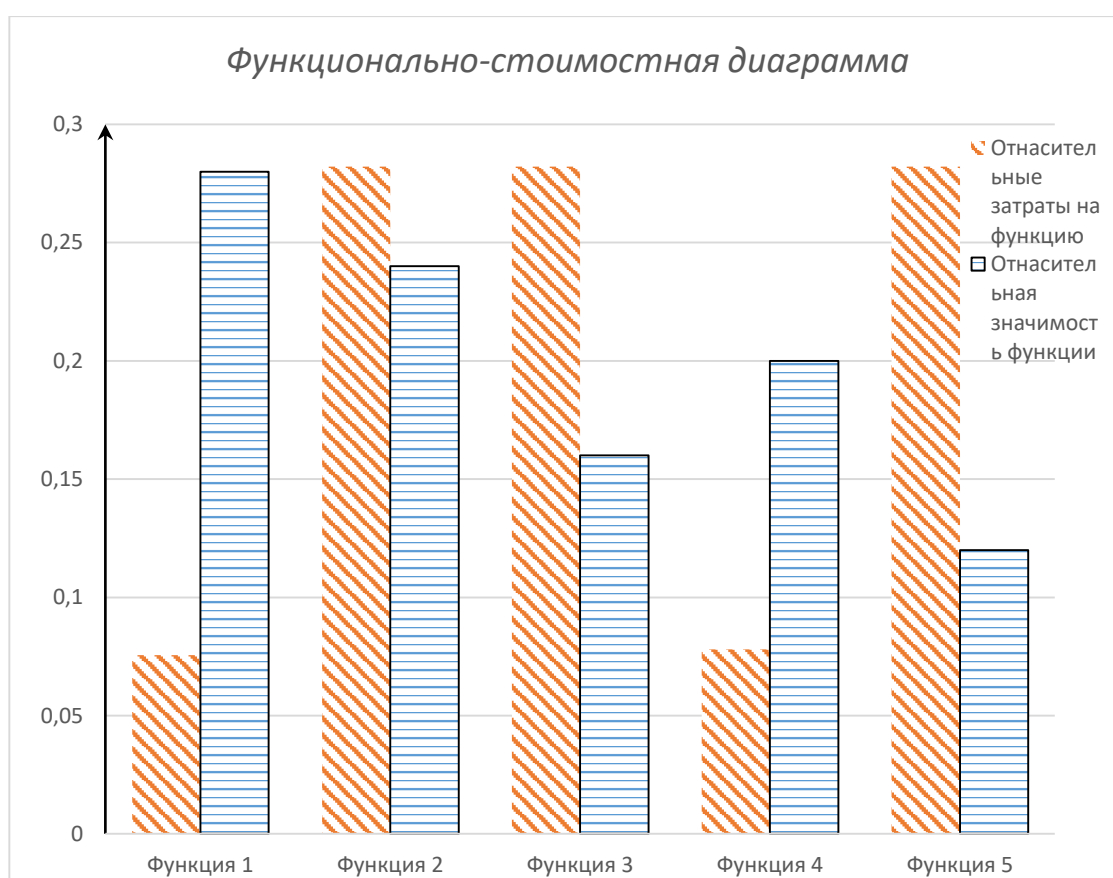


Рисунок 22 – Функционально-стоимостная диаграмма

Анализ приведенной выше показывает явное наличие рассогласования по функциям 3 и 5. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций.

4.1.2 Диаграмма Исикавы

Во время реализации любого проекта возникают какие-либо сложности. В данном проекте такой проблемой было точное измерение тока в цепи. Для

выяснения причин построим диаграмму Исикавы.

Выберем группы факторов, которые влияющие на объект анализа:

- исполнитель;
- методы;
- оборудования;
- материалы.

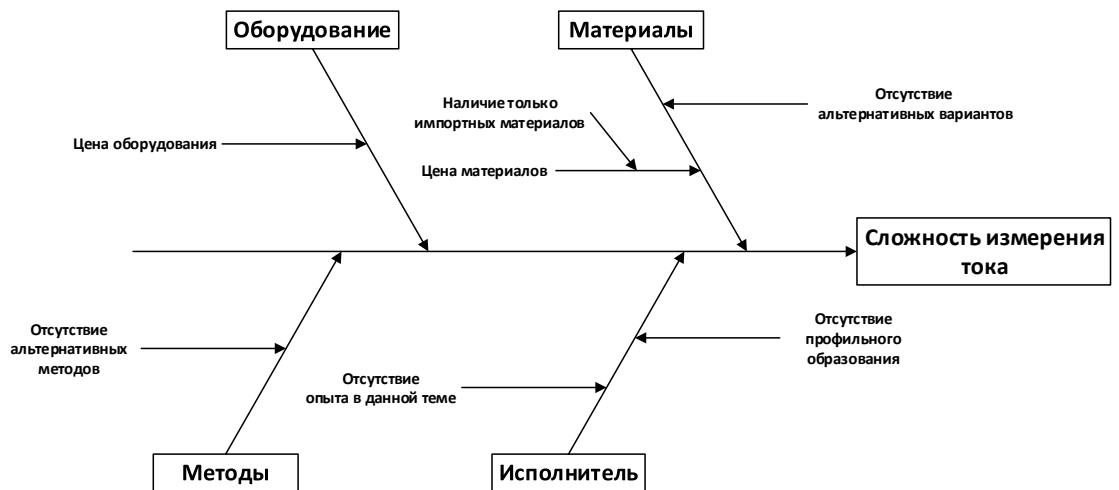


Рисунок 23 – Диаграмма Исикавы

4.1.3 SWOT-анализ

Проведем комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды научно исследовательской работы – SWOT-анализ. Данные анализа заносятся SWOT матрицу, таблица 8.

Таблица 8 – матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Более долгий срок службы аккумуляторов С2. Возможность измерения текущего заряда С3. Универсальность метода относительно типов аккумуляторов С4. Наличие бюджетного финансирования. С5. Экологичность технологии.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Большие габариты конечного изделия Сл2. Высокая цена материалов Сл3. Большой срок поставок деталей, используемых для проведения научного исследования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл5. Отсутствие прототипа научной разработки
Возможности: В1. Развитие социально-политического мнения в сторону, минимизации влияния на экологию. В2. Привлекательность результатов данной разработки в рекламных целях, для конечного продукта В3. Увеличение конкурентоспособности старых продуктов без увеличения себестоимости В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В5. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований	Данная технология может привести к увеличению состояния экологии, следовательно, государство заинтересованно в поддержке развития данной технологии. Более долгий срок службы аккумуляторов заряжаемых данным методом, Может увеличить конкурентоспособность зарядных устройств с данной технологией, а также может быть использован в рекламных целях.	Достаточно высокие цены на компоненты устройства могут привести к понижению конкурентоспособности. Из-за отсутствия отечественных альтернатив на комплектующие, цена на конечный продукт сильно зависит от таможенных пошлин.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новую технологии У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Проекты, финансируемые государством, обязуются вести дополнительную документацию и отчетность. Что может повлиять на сроки выполнения проекта	Достаточно высокие цены из-за дорогих материалов и дополнительной сертификации могут привести отсутствию спроса на новую технологию.

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации. Для этого заполним бланк оценки готовности проекта к коммерциализации Таблица 9.

Таблица 9 – оценка степени готовности к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	3	3
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно- технического задела	4	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг	1	1

	инфраструктуры поддержки, получения льгот		
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.	Проработан механизм реализации	4	4
		39	39

4.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и ожидания и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта, который имеет структуру:

- цели и результат проекта;
- организационная структура проекта;
- ограничения и допущения проекта.

2.1 Цели и результат проекта

Приведем информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представим в таблице 10.

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Производители зарядных устройств для аккумуляторов малой емкости	Улучшение технических характеристик выпускаемой продукции может привести к увеличению ее конкурентоспособности
Государственные организации	Внедрение данной технологии в массовое производство позволит уменьшить влияние на экологию
Пользователи аккумуляторных батарей	Увеличение продолжительности жизни аккумуляторов позволит экономить денежные средства.

Таблица 11 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Реализация законченного устройства, использование которого приведет к увеличению срока жизни аккумуляторов, относительно устройств конкурентов
Ожидаемые результаты проекта:	Наличие прототипа реализующего заявленные требования
Критерии приемки результата проекта:	<ul style="list-style-type: none"> • собранный прототип; • корректная работа прототипа; • достижения заданных характеристик прототипа;
Требования к результату проекта:	Требование:
	Конкурентоспособная цена
	Наличие потенциального потребителя
	Соответствие характеристик ресурсоэффективности и ресурсосбережению

Достижение заявленных целей и результатов позволяет занять разработке устойчивые позиции и обрести более конкурентоспособный вид, что в свою очередь облегчит вывод разработки на рынок.

4.3 Организационная структура проекта.

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эту информацию представить в табличной форме.

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Цавнин Алексей Владимирович, Аспирант ТПУ	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участников проекта.	100
2.	Закомлистов Игорь Викторович	Магистрант	специалист, выполняющий отдельные работы по проекту	512
				612

В результате данного этапа была определена рабочая группа в составе студента (магистранта) и руководителя проекта. За каждым из членов группы были закреплены определенные функции, и определены трудозатраты на выполнения этих функций.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта.

Таблица 13 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	40000
3.1.1. Источник финансирования	Личные средства
3.2. Сроки проекта:	01.03.2018 - 01.06.2018
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	25.09.2017
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Поддержка одновременного заряда только одного аккумулятора; Заряд аккумуляторов с емкостью до 2500мА/ч.

В результате этапа инициализации проекта были проработаны вопросы реализации проекта, какие цели результаты преследует проект, какие заинтересованные лица задействованы и какие ограничения могут встретиться

4.4 планирование управления научно-техническим проектом

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблица 14.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, инженер
	3	Проведение патентных исследований	Научный руководитель, инженер
	4	Разработка календарного плана	Научный руководитель , инженер
	5	Обсуждение литературы	Научный

Проектирование структуры			руководитель, инженер
	6	Проектирование структуры	Научный руководитель, инженер
	7	Создание исследовательского стенда	Инженер
	8	Разработка ПО	Научный руководитель, инженер
	9	Тестирование ПО	Инженер
Проведение ОКР			
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер
	11	Оформление графического материала	Инженер
	12	Подведение итогов	Научный руководитель, инженер

В результате заполнения таблицы были сформированы этапы, и за каждым специалистом были закреплены определенные работы, связанные с этими этапами.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (1)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{366 - 52 - 12} = 1,213 \quad (2)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (3)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни (365 дня);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни (52 дня);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни (12 дней).

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{366 - 52 - 12} = 1,213 \quad (4)$$

В таблице 15 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 15 – График проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					T_{Pi}		T_{Ki}	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка задачи	НР	2	3	2,4	2,4	-	2,91	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	6	3,6	1,8	1,8	2,18	2,18
Подбор и изучение материалов по тематике	И	15	17	15,8	-	15,8	-	19,16
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	0,7	0,7	0,85	0,85
Обсуждение литературы	НР, И	2	4	2,8	1,4	1,4	1,7	1,7
Проектирование структуры ПО	НР, И	20	21	20,4	10,2	10,2	12,37	12,37
Создание стенда	И	15	16	15,5	-	15,5	-	18,8
Разработка ПО	НР, И	30	31	30,4	15,2	15,2	18,44	18,44
Тестирование ПО	И	20	25	21	-	21	-	25,5
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	-	7,2	-	8,73
Оформление графического материала	И	5	6	5,4	-	5,4	-	6,55
Подведение итогов	НР, И	2	3	2,4	1,2	1,2	1,45	1,45
Итого:				103,8	32,9	70,9	39,9	86

На основе таблицы 15 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам за период времени дипломированы. Работы на графике выделяется различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. Календарный план-график проведения НИОКР приведен в таблице 15

Таблица 16 – календарный план-график

Вид работ	Исполнитель	Т _{кi}	Продолжительность выполнения работ															
			январь			Февраль				Март		Апрель		май				
			2	6	8	9	1 2	1 3	1 4	2 8	2 1	9	5	1 6	2 3	2 5		
Постановка задачи	НР	2,91																
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	2,18																
	И	2,18																
Подбор и изучение материалов по тематике	И	19,16																
Разработка календарного плана	НР	0,85																
	И	0,85																
Обсуждение литературы	НР	1,7																
	И	1,7																
Проектирование структуры ПО	НР	12,37																
	И	12,37																
Создание исследовательского стенда	И	18,8																
Разработка ПО	НР	18,44																
	И	18,44																
Тестирование ПО	И	25,5																
Оформление расчетно- пояснительной записки	И	8,73																
Оформление графического материала	И	6,55																
Подведение итогов	НР	1,45																
	И	1,45																

4.4.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.4.2 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Карандаш	10	2 шт.	20
Провода для радиомонтажа	110	5	550
Набор термоусадок	490	1 уп.	490
Ручка шариковая	10	4 шт.	40
Резисторы 470 Ом	3	20 шт.	60
Конденсаторы 50 пФ	15	10	150
Разъем штыревой «Гребенка» (40 контактов)	19	5 шт	95
Микроконтроллер Arduino Uno	600	1 шт.	600
АЦП ADS1240	400	1 шт.	400

Шунт 75мВ	250	1 шт.	250
Металлизированный текстолит	600	1 шт.	600
Аккумуляторы	300	2 шт.	600
Итого:			3855

Расходы на материалы составили:

$$З_{\text{м}} = 3855 \text{ рублей.}$$

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей работы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 5.17.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная} \frac{з}{\text{плата}} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}};$$

При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 5.13. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{\text{ПР}} = 0,302$ и районный коэффициент $K_{\text{РК}} = 1,3$. Все затраты по основной заработной плате занесены в таблицу 17.

Таблица 18 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1346.56	40	0,392	74470,1
И	2300	92	95	0,392	12166,1
Итого:					86637,2

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили: ЗОСН = 86637,2 руб.

4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (5)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлено в таблице 18

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	74470,1	—
И	12166,1	—
Коэффициент отчислений во	$k_{внеб} = 30,2\%$	

внебюджетные фонды	
-----------------------	--

Таким образом, величина отчисления во внебюджетные фонды составила:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 86636,2 = 26164 \text{ рублей} \quad (6)$$

4.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей расходов}) \cdot k_{\text{нр}}; \quad (7)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (86636 + 26164 + 3855) \cdot 0,16 = 18664 \text{ рублей.};$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	3855
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	86636
3. Отчисления во внебюджетные фонды	26164
4. Накладные расходы	18664
5. Бюджет затрат НТИ	135319

4.4.6 Реестр рисков проекта

Риски в реализации проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Заполним информацию о событиях, в таблицу 21, которые потенциально несут в себе риски.

Таблица 21 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Недостаточное финансирование	Недостаток финансирования, может не дать довести проект до стадии готовности к продаже	3	5	Высокий	грамотное планирование и использование денежных ресурсов	Отсутствие поддержки проекта государством
2	Потеря актуальности	Выход новых технологий, позволяющих выполнять те же функции более эффективно	2	4	Средний	Постоянный контроль за последними разработками в данной области	Выход более эффективной технологии
3	Контролирующие органы	Ограничение использования данного исследования на со стороны государства	1	5	Средний	Соблюдение всех нормативных документов в данной области	Выпуск новых требований к изделиям в текущей области

В результате данного этапа были рассмотрены возможные риски при реализации НТИ. Данные риски занесены в таблицу, и для каждого из них были даны рекомендации по смягчению их воздействия.

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для оценки экономической эффективности проекта необходимо провести полноценное исследование. Такое исследование не предусмотрено в рамках данной работы.

Результатом данной работы является зарядное устройство, позволяющее контролировать процесс заряда аккумулятора. Это позволяет останавливать заряд аккумулятора при полной зарядке и не допускать перезаряд, что продлевает срок его службы.

Представленный метод может быть реализован в сфере зарядных устройств как для аккумуляторов маленькой емкости, так и промышленных.

5.5 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует, в какой мере выполнены работы и обеспечивается научно-технический прогресс в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод бальных оценок. Бальная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям или рассчитывают по формуле. На этой основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (7)$$

где $K_{\text{НТУ}}$ – коэффициент научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;
 n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 22 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признак научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИОКР	R_i
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	0,5
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	0,1
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,4

Таблица 23 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 24 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	7
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	9
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	4

Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	5
--	---

Таблица 25 – Возможность реализации научных, теоретических результатов по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Таким образом, исходя из полученной оценки признаков НИОКР, проект имеет высокий уровень научно-технического эффекта и быстроты реализации благодаря новому подходу к управлению технологическим процессом.

5 Социальная ответственность

5.1 Производственная безопасность

Офисное рабочее место также влечет за собой вредным факторам. Отрицательное влияние компьютера на человека является комплексным. Далее более подробно рассмотрим опасные и вредные возникшие во время исследования.

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

компьютер

Отрицательное влияние компьютера на человека является комплексным, во время работы за компьютером, при проведении исследования, на организм влияет целый ряд негативных факторов, а именно:

Таблица 26 – факторы производства

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные факторы	Опасные факторы	
Персональный компьютер	1. Отклонение параметров микроклимата; 2. Недостаточная освещённость рабочего места; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Повышенная напряженность магнитного поля.	1. Опасность поражения электрическим током; 2. Короткое замыкание; 3. Статическое электричество.	ГОСТ 12.0.003-74 [13]; СанПиН 2.2.4-548-96 [14]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [15]; ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ [16]; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17].

Далее рассмотрим эти производственные факторы подробнее.

Отклонения параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Лаборатория является помещением, относящимся к категории помещений где, выполняются легкие физические работы, поэтому должны соблюдаться требования, приведенные в таблице 27 в соответствии с [14].

Таблица 27 – нормативные показатели микроклимата

Период года	Наименование параметра			
	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с.
Холодный	23-25	21-25	40-60	0,1
Теплый	20-22	22-26	40-60	0,1

Для создания и автоматического поддержания в лаборатории независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года должно использоваться водяное отопление, в теплое время года должно применяться кондиционирование воздуха.

Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

В качестве рекомендации по улучшению микроклимата в помещении было предложено, установить измерительные приборы показывающие показания данных параметров. А также, в холодное время установка увлажнителя воздуха. Для обеспечения оптимальных параметров влажности.

В теплый период рекомендовано увеличить контроль за температурой и при необходимости обеспечить рабочую зону кондиционированием.

Вывод: Рабочее место отвечает оптимальным нормам величин показателей микроклимата, при условии выполнения рекомендаций.

Недостаточная освещенность рабочего места

Работа, выполняемая с использованием вычислительной техники, относится к III разряду зрительной работы, имеют следующие недостатки:

- отражение экрана.
- вероятность появления прямой блёскости;
- ухудшенная контрастность между изображением и фоном.

Помещение с ПК должно иметь естественное и искусственное освещение.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно [15].

Рассчитаем требуемое количество светильников в помещении офиса где выполнялись научные исследования.

Вычислим площадь помещения:

$$S_{\text{пом}} = a \cdot b = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2; \quad (8)$$

где a – длина комнаты; b – ширина комнаты.

Определим индекс помещения:

$$\varphi = \frac{S_{\text{пом}}}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{24}{(2,4 - 1) \cdot 10} = 1,71; \quad (10)$$

где h_1 – высота помещения; h_2 – высота рабочего места.

В качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы типа ЛХБ (15 Вт), которые объединяются в светильник по 2 лампы ($\Phi = 800$ Лм на уровне 1 от пола), и размещаются над рабочими поверхностями (1,5 метра) равномерно. Коэффициент отражения потолка - 70, стен -50.

Согласно таблицы на светильники с люминесцентными лампами определим коэффициент использования $U = 58$.

Определим нужное количество светильников:

$$N = \frac{(E \cdot S \cdot 100 \cdot K_3)}{(U \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}})} = \frac{(300 \cdot 24 \cdot 100 \cdot 1,5)}{(58 \cdot 2 \cdot 800)} = 12 \text{ шт.} \quad (11)$$

где E – требуемая освещённость горизонтальной плоскости (300 лк);
 K_3 – коэффициент запаса (1,25); U - коэффициент использования осветительной установки; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы
(1150 Лм); n – число ламп в одном светильнике (2 шт.).

Так как офисное помещение оснащено тремя светильниками по 4 лампы ЛХБ (30 Вт, 1940 Лм), можно сделать вывод, что искусственная освещенность для данного помещения является оптимальной.

Воздействие шума. Защита от шума

Источниками шумовых помех могут стать вентиляционные установки, кондиционеры, ЭВМ и его периферийные устройства, а также серверные комнаты. Длительное воздействие этих шумов отрицательно сказывается на эмоциональном состоянии персонала.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [6] эквивалентный уровень звука не должен превышать 50 дБА.

Источником шума при выполнении данного исследования может служить ПЭВМ. Исследовательский стенд создает минимальное количество шума, так как не включает в себя движущихся частей.

В данной работе был использован системный блок ACER Aspire TC-730, который создает до 30дБ. Это означает, что общие требования безопасности по уровню шума небыли превышены.

Повышенный уровень напряжённости магнитного поля

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человека. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе автоматизированные информационные системы на основе персональных компьютеров, являются дисплеи (мониторы), они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье человека.

Предельно допустимые значения излучений от ЭВМ в соответствии с [18] приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

На расстоянии 5-10 см от экрана и корпуса монитора уровни напряженности могут достигать 140 В/м по электрической составляющей, что значительно превышает допустимые значения.

Все дисплеи прошли испытания на соответствие требованиям безопасности, например, международным стандартам MRP 2, TCO 99.

Психофизиологические вредные факторы

Статические

Гипокинезия - болезненное состояние организма, обусловленное недостаточной двигательной активностью. Иногда это состояние приводит к гиподинамии.

Гипокинезия негативно влияет на здоровье человека, это показывают исследования такие как [9]

Умственные

Умственное перенапряжение вызывается большим объемом информации, которую надо анализировать, и чтобы избежать умственного перенапряжения необходимо устраивать небольшие перерывы в течении рабочего дня продолжительностью не более 5 минут. К анализаторам относят все органы чувств, но при работе с ЭВМ у человека вызывается перенапряжение только органов зрения и слуха. Чтобы этого избежать рекомендуется чередовать работу связанную большей с определенными органами чувств.

МОНОТОННОСТЬ

Монотонность (монотония) - психическое состояние человека, вызванное однообразием восприятий или действий. Соответственно различают:

- Монотонии, обусловленную информационной перегрузкой нервных центров вследствие поступления большого объема одинаковых сигналов с многократного повторения (например, работа на конвейерах с небольшими операциями)
- Монотонии, вызванную однообразием восприятия (например, длительное наблюдение за приборными пультами в ожидании важного сигнала).

Меры по снижению влияния монотонности:

- каждая операция должна быть содержательной, ее длительность должна быть не менее 30 сек. Число элементов операций должно быть не менее 5;
- осуществлять перевод персонала с одной операции на другую;

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Электрический ток

Все электроприборы, использованные при работе – сертифицированы и имеют заземление. Что обеспечивает безопасное их использование.

Электробезопасность обеспечивается в соответствии с ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [10]. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека.

Электробезопасность в помещении лаборатории должна обеспечиваться техническими способами и средствами защиты, а также организационными и техническими мероприятиями.

Рассмотрим основные причины поражения человека электрическим током на рабочем месте:

- прикосновение к металлическим нетоковедущим частям (корпусу, периферии компьютера), которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции;
- нерегламентированное использование электрических приборов;
- отсутствие инструктажа сотрудников по правилам электробезопасности.

Кроме того, при неисправности каких-либо блоков компьютера, приборов корпус может оказаться под током, что может привести к электрическим

травмам или электрическим ударам. Для устранения этого обеспечивается подсоединение металлических корпусов оборудования к заземляющей жиле.

Так как все токоведущие части ЭВМ и других используемых приборов изолированы, то случайное прикосновение к токоведущим частям исключено. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяется защитное заземление.

Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно ПУЭ для электроустановок с напряжением до 1000 В.

Основным организационным мероприятием является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

Короткое замыкание – это электрическое соединение разных фаз или потенциалов электроустановки между собой или с землей, не предусмотренное в нормальном режиме работы, при котором в проводниках, в месте контакта, резко возрастает сила тока, превышая максимально допустимые величины.

Самая значительная опасность при коротком замыкании – это большая вероятность возникновения пожара. При значительном увеличении силы тока, которое происходит при КЗ, выделяется большое количество теплоты в проводниках, что вызывает разрушение изоляции и возгорание.

Большинство современных способов защиты от короткого замыкания основаны на принципе разрыва электрической цепи, при обнаружении КЗ.

Статическое электричество (согласно ГОСТ 12.1.018) — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности (или в объеме) диэлектриков или на изолированных проводниках.

Возникновение зарядов статического электричества. Заряды статического электричества образуются при самых разнообразных производственных условиях, но чаще всего при трении одного диэлектрика о другой или диэлектриков о металлы.

Для предупреждения возможности возникновения опасных электростатических разрядов необходимо предусматривать с учетом особенностей производства следующие меры защиты:

- заземление электропроводящего оборудования и коммуникаций;
- применение нейтрализаторов;
- подбор пар контактирующих материалов, электризующихся зарядами разных знаков;
- увлажнение окружающей атмосферы;
- применение электропроводных материалов для оборудования;
- применение спецодежды.

5.2 Экологическая безопасность:

Работа с ПК не влечет за собой негативных воздействий на окружающую среду, поэтому создание санитарно-защитной зоны и принятие мер по защите атмосферы, гидросферы, литосферы не являются необходимыми.

Исключением являются лишь случаи утилизации персонального компьютера, как твердого отхода и как следствие загрязнение почвы или выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, углекислого газа, образование тепла в случае пожара.

При завершении срока службы ПК, их можно отнести к отходам электронной промышленности. Переработка таких отходов осуществляется разделением на однородные компоненты, химическим выделением пригодных для дальнейшего использования компонентов и направлением их для дальнейшего использования (например, кремний, алюминий, золото, серебро, редкие металлы) согласно [17].

Отходы, не подлежащие переработке и вторичному использованию, подлежат захоронению на полигонах.

Из-за присутствия ртути в лампе возникает необходимость их правильной утилизации. Даже в малых дозах этот химический элемент способен вызвать неврологические заболевания, а высоких дозах и вовсе привести к летальному исходу.

Механизм обращения и утилизации ртутных и ртутьсодержащих ламп отражен в [13]. Согласно требованиям и правилам, порядок действий утилизации ламп накаливания, вышедших из строя, должен начинаться с помещения их на хранение в специальные контейнеры в оборудованных под эти нужды помещениях. При накоплении определенного количества ртутьсодержащих и прочих опасных видов ламп их сортируют, помещают в отдельные ячейки и отправляют в профильную компанию для последующей нейтрализации и переработки.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

В офисном помещении согласно НПБ 105-03 относится к категории ВЗ по пожароопасной.

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожар предупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В лаборатории источниками воспламенения могут быть неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях.

Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности и неисправные электроприборы и не использовать неисправные электроприборы.

В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.

В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации и приступить к ликвидации пожара огнетушителями.

При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

На случай возникновения ЧС лаборатория должна быть оснащена планами эвакуации. План эвакуации (ПЭ) согласно ГОСТ Р 12.2.143-2009 – документ в котором указываются, эвакуационные, аварийные пути, выходы, определяются алгоритм действий при любом ЧП в т.ч. пожаре. Также на ПЭ обозначается размещение огнетушителей.

Лаборатория оснащена углекислотным огнетушителем ОУ-3. ОУ состоит из металлического корпуса высокой прочности, в который под большим давлением закачивается углекислота. В горловине корпуса находится вентильное или пистолетное запорно-пусковое устройство. Оно присоединяется к сифонной трубке, спускающейся до самого дна баллона. С помощью бронированного шланга или металлической трубки спусковое устройство соединено с раструбом. Применение такого типа обусловлено наличием электроприборов в рабочей зоне.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

Рабочее место - это часть пространства, в котором инженер осуществляет трудовую деятельность, и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности работника, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Главными элементами рабочего места являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Поэтому для исключения возникновения заболеваний, связанных с малой подвижностью работника, необходимо иметь возможность свободной перемены поз. Также необходимо соблюдать режим труда и отдыха с перерывами, заполняемыми “отвлекающими” мышечными нагрузками на те звенья опорно-двигательного аппарата, которые не включены в поддержание основной рабочей позы.

По условиям работы рабочее место относится к индивидуальному рабочему месту для работы сидя. Рабочее место должно занимать площадь не менее 6 м, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека.

Вывод по разделу социальная ответственность

В данном разделе были рассмотрены основные требования, предъявляемые к рабочему месту. Выполнение которых необходимо для обеспечения безвредного и безопасного рабочего процесса.

Были выявлены вредные и опасные факторы, возникающие при работе. А также проанализированы нормативные показатели, было проведено сравнение требуемых значений и текущими.

Приведены рекомендации по минимизации влияния производственных факторов.

Проанализировано воздействия на экологию и обозначены проблемы утилизации отходов. Также были представлены нормативные документы урегулирующие процессы утилизации вредных и опасных веществ.

Определена категория помещения согласно НПБ 105-03 по пожаропасности, и определены действия необходимые для минимизации возможности возникновения пожара.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что рабочее место соответствует всем требованиям нормативных документов производственной безопасности и охраны труда.

Заключение

В начале данной работы был проведен анализ выбранной темы и определены основные проблемы решаемые при проведении исследования. В качестве основной проблемы рассматриваемой в данной работе было выбрано отсутствие достаточно быстрых методов определения уровня заряда NiMh аккумуляторов. Был сделан литературный анализ научно-технических публикаций по данной тематике.

Было проведено исследование математических моделей различных систем заряда, для изучения существующих методов заряда и способа детектирования окончания заряда. И был сделан вывод: рассмотренный метод не подходит для детектирования окончания заряда NiMh аккумуляторов.

Для проверки адекватности математических моделей был спроектирован и реализован исследовательский стенд, позволяющий выполнять процесс заряда аккумулятора и контролировать ток и напряжения на нем. Адекватность математических моделей была подтверждена экспериментами с достаточной точностью.

При решении проблемы заявленной ранее, была выдвинута гипотеза о линейной зависимости параметров переходной характеристики аккумулятора и степени его заряда. Для ее проверки была составлена математическая модель в ПП MatLab Simulink. Она позволила смоделировать процесс заряда NiMh аккумулятора, при периодическом расчете параметров переходных характеристик. Это позволило убедиться в существовании положительной корреляции между параметрами переходной характеристики и степенью заряда аккумулятора.

Данное исследование может быть применено при разработке систем автоматического заряда аккумуляторов и аккумуляторных батарей. Применение результатов этого исследования в таких системах может привести к увеличению срока службы аккумуляторов, что положительно влияет на состояние экологии и является фактором повышающим конкурентоспособность зарядных устройств.

Список литературы

- [1] J. Gardiner, "The rise of electric cars could leave us with a big battery waste problem," 2015.
- [2] Д. А.Хрусталеv, Аккумуляторы, 2003, p. 224.
- [3] В. Ю. Грачев, Как продлить срок службы аккумулятора, Санкт-Петербург, 1994, p. 66.
- [4] Д. П. Чупин, «Исследование методов диагностики аккумуляторных батарей,» p. 5, 2012.
- [5] А. Кашкаров, Аккумуляторы, Москва, 2014, p. 192.
- [6] I. Buchmann, Batteries in a Portable World, 2001, p. 360.
- [7] А. Ходасевич, Зарядные и пуско-зарядные устройства, 2005.
- [8] В. Лаврус, Батареи и аккумуляторы, 2005.
- [9] Л. Ридико, Немного о зарядке NiMH и NiCd аккумуляторов, 2008.
- [10] С. Синь, «Математическая модель батареи литиево-ионных аккумуляторов,» 2016.
- [11] A. Kurniawan, «Arduino Programming using MATLAB,» 2015.
- [12] MathWorks, «Motor Control with Arduino: A Case Study in Data-Driven Modeling and Control Design,» 2013.
- [13] «ГОСТ 12.0.003-74 "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация"».
- [14] «СанПиН 2.2.4-548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"».
- [15] «СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий"».

- [16] «ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности"».
- [17] «СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"».
- [18] «СНиП II-12-77 "Строительные нормы и правила. Часть II Нормы проектирования. Защита от шума"».
- [19] «СанПиН 2.2.4/2.1.8.989-00 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)"».
- [20] В. Зинченко, Влияние многосуточной антиоростатической и ортостатической гипокинезии на ортостойчивость человека, Москва: МГУ, 1979, р. 179.
- [21] Правила устройства электроустановок, Издание 7-е ред., 2013, р. 464.
- [22] СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».
- [23] ГОСТ Р 12.2.143-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля.
- [24] texas instruments, «Low Dropout Voltage References,» 1999.
- [25] Texas Instruments, «24-Bit, Analog-to-Digital Converters ADS1240,» 1999.

Приложение А

SOCIAL RESPONSIBILITY

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ61	Закомлистов Игорь Викторович		

Консультант школы отделения (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Коновалов Виктор Иванович	К.Т.Н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы: Отделение иностранных языков:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепетовский Денис Владимирович	-		

SOCIAL RESPONSIBILITY

5.1 Occupational safety

5.1.1 The analysis of identified harmful factors in the development and operation of the projected solution.

Negative impact of PCs on humans is a combination of several factors. While working at the computer during the research, a human body is affected by a number of negative factors, namely:

Table Таблица 26 Factors of production

Source of the factor	Factors (according to GOST (<i>all-Union State Standard</i>)) 12.0.003-74)		Normative documents
	Harmful factors	Hazards	
Personal computer	1. The deviation from the norm of microclimate parameters; 2. Low workplace illumination; 3. Increased noise level in the workplace; 4. Increased magnetic field strength.	1. Electric shock; 2. Short circuit; 3. Static electricity.	GOST 12.0.003-74 [1]; SanPiN (<i>Sanitary Regulations and Norms</i>) 2.2.4-548-96 [2]; SanPiN 2.2.1/2.1.1.1278-03 [3]; GOST 12.1.003-83 SSBT (<i>Standards system of labour safety</i>) [4]; SanPiN 2.2.2/2.4.1340-03 [5].

These production factors will be further considered in details.

The deviation from the norm of microclimate parameters.

The workplace microclimate is the climate of the workroom internal environment. It is a combination of temperature, humidity and air velocity acting on the human body. A laboratory belongs to the category of rooms where light physical work is carried out, therefore requirements given in Table 2 in accordance with [6] must be respected.

Table Таблица 27 – Optimal parameters of the workplace microclimate.

Season	Parameter name			
	Air temperature, C°	Surface Temperature, C°	Relative air humidity, %	Air velocity, m/s.
Cold	23-25	21-25	40-60	0,1
Warm	20-22	22-26	40-60	0,1

In order to create and automatically maintain normative values of the workplace temperature, regardless of the outdoor conditions, humidity, cleanliness and air velocity, water heating should be used during the cold season and air conditioning – during the warm season.

Air-conditioning is a ventilation unit, which maintains specified parameters of the air environment in the room.

As a recommendation to improve the room microclimate, it was suggested to install measuring instruments showing indications of these parameters, and also to install an air humidifier in the cold season in order to ensure optimum humidity parameters.

In the warm period it is recommended to increase temperature control and to provide the working area with air conditioning, if necessary.

Conclusion: subject to the implementation of recommendations, the workplace meets optimum standards for the values of microclimate indicators.

Workplace illumination.

Work, performed using computers, refers to the third category of visual work and has the following drawbacks:

- screen reflection;
- probability of a direct glare;
- deterioration of the contrast between an image and a background.

The room with personal computers must have natural and artificial lighting.

Requirements for the lighting in rooms with computers are the following: for works of high accuracy the total illumination should be 300lx, and the combined illumination should be 750lx; there are similar requirements for the work of average accuracy – 200lx and 300lx respectively.

Calculate the required number of luminaires in the office room where scientific research was carried out.

Calculate the area of the room:

$$S_{\text{room}} = a \cdot b = 6 \cdot 4 = 24 \text{ m}^2;$$

where a is a room length; b is a room width.

Define the index of the room:

$$\varphi = \frac{S_{\text{room}}}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{24}{(2,4 - 1) \cdot 10} = 1,71;$$

where h_1 is a room height; h_2 is a workplace height.

For the lighting, cool-beam-type fluorescent lamps (15 W) are used, which are combined into a luminaire of 2 lamps ($F = 800 \text{ lm}$ at level 1 from the floor) and placed evenly above the work surfaces (1.5 m). Reflection coefficient of the ceiling is 70, that of walls is 50.

According to the table for luminaries with fluorescent lamps, determine the utilization factor $U = 58$.

Define the right number of luminaires:

$$N = \frac{(E \cdot S \cdot 100 \cdot K_3)}{(U \cdot n \cdot \Phi_{\pi})} = \frac{(300 \cdot 24 \cdot 100 \cdot 1,5)}{(58 \cdot 2 \cdot 800)} = 12 \text{ шт.}$$

where E is a required illumination of the horizontal plane (300 lx);

K_3 is a light loss factor (1,25); U is an up-time ratio of the lighting device; Φ_{π} is a luminous power of one lamp (1150 lm);

n is the number of lamps in one luminaire (2 pcs).

As an office room is equipped with three luminaires of 4 cool-beam-type fluorescent lamps (30 W, 1940 lm), it can be concluded that artificial illumination for this room is optimal.

Noise exposure. Noise protection.

Ventilation units, air conditioners, computer and its peripheral devices, as well as server rooms can become sources of the noise interference. Long-term exposure to these noises adversely affects emotional state of the staff.

According to GOST 12.1.003-2014 SSBT. Noise. General safety requirements [6] – the equivalent sound level should not exceed 50 dBA.

A source of noise during this study can be a PC. The research stand creates a minimum amount of noise, as it does not include moving parts.

In this paper we used the ACER Aspire TC-730 system unit, which creates up to 30dB. This means that the general safety requirements on noise levels have not been exceeded.

The increased level of magnetic field strength.

Electromagnetic fields are characterized by strengths of electric and magnetic fields. Displays are the source of problems related to the health protection of people, who use in their work automated information systems based on personal computers. Displays are sources of the most harmful radiation, adversely affecting human health.

Rating values of computer radiation according to SanPiN 2.2.2/2.4.1340-03 [7] are given in the Table 5.3.

TableТаблица 28— a permissible level for electromagnetic fields, created by PCs

Name of parameters		Temporary allowable levels of the electromagnetic field
Electric-field strength	in the frequency range 5 Hz - 2 kHz	25 V/m
	in the frequency range 2 kHz - 400 kHz	2,5 V/m
Magnetic flux density	in the frequency range 5 Hz - 2 kHz	250 nTl
	in the frequency range 2 kHz - 400 kHz	25 nTl
Electrostatic potential of the video monitor screen		500 V

At a distance of 5-10 cm from the screen and monitor case, strengths levels can reach 140 V/m by electric component, which is much higher than permissible values.

All displays were tested for compliance with safety requirements, for example, with international standards MRP 2, TCO 99.

Psychophysiological harmful factors.

Static

Hypokinesia is a morbid state of the body, due to the lack of motor activity. Sometimes this state leads to hypodynamia.

Hypokinesia has negative impact on human health, that is shown in studies such as [9].

Mental

Mental overstrain is caused by a large amount of information that needs to be analyzed. To avoid mental overstrain it is necessary to arrange small breaks during the working day with a duration of not more than 5 minutes. Analyzers include all sense organs, but when working with a computer, a person is induced to overexert

only vision and hearing organs. To avoid this, it is recommended to alternate work more connected with certain sensory organs.

Monotony

Monotony is a person's mental state caused by the perceptions or actions sameness. Accordingly, there are:

- Monotony caused by information overloading of nerve centers due to the receipt of large volume of identical signals from multiple repetition (for example, work on pipelines with small operations);
- Monotony caused by the perception sameness (for example, prolonged observation of instrument panels in the expectation of an important signal).

Measures to reduce the monotony influence:

Each operation must be meaningful; its duration must be at least 30 seconds; the number of operations elements must be at least 5;

To carry out the staff transfer from one operation to another;

It is necessary to apply optimal working and rest modes during the working day.

5.1.2 The analysis of identified hazards in the development and operation of the projected solution.

Electric current

All the electrical appliances used during the operation are certified and have grounding, that ensures their safe use.

Electrical safety is provided in accordance with GOST R 12.1.019-2009 SSBT [10]. Harmful effects of electric current, electric arc and electromagnetic fields on people can be manifested in the form of electrical shock.

The degree of electric current harmful effect on human depends on several factors:

- voltage and current type and value;
- electrical frequency;
- path of the current through the human body;

- duration of the exposure on the human body.

Electrical safety at the workplace should be provided with technical devices and personal protective equipment, and also with organizational and technical events.

Consider the main causes of the human electric shock at the workplace:

- touching the computer casing or its periphery, which may be energized due to the insulation damage;
- violation of operational code for electrical installations;
- staff ignorance of the instruction on electrical safety rules.

In addition, if any of the PC units or instruments fail, the case may become energized, that can lead to electric shock. To eliminate this, it is ensured that metal cases of the equipment are connected to the earthing core.

As all the conductive parts of the computer and other used devices are isolated, accidental contact with conductive parts is minimized. To ensure protection from electric shock when touching metallic non-conductive parts, which may be energized as a result of insulation damage, a protection earth is used.

The earthing of a computer case is provided by bringing the earthing core to the power sockets. The earthing resistance is 4 Ohm, according to the PUE (*Rules of Electrical Installations Design (Russian Electrical Code)*) for electrical installations with the voltage up to 1000 V.

The main organizational activities are instruction and teaching safe labor methods, as well as checking knowledge of safety rules and instructions in accordance with the position held and in relation to the work performed.

A short-circuit is an electrical connection of different phases or potentials of the electrical installation to each other or to the ground, not provided for the normal operating mode, during which the amperage increases sharply in conductors, at the point of contact, exceeding maximum allowed values.

The most significant danger in case of a short circuit is high fire probability. Due to the significant increase in the current intensity that occurs during a short-

circuit, a large amount of heat is generated in conductors, that causes destruction of the insulation and ignition.

Most modern methods of the protection from a short-circuit are based on the principle of electrical circuit breakage, when a short-circuit is detected.

Static electricity (according to GOST 12.1.018) is a set of phenomena connected with the occurrence, conservation and relaxation of a free electric charge on the surface (or in the volume) of dielectrics or on isolated conductors.

The emergence of static charges. Static charges are produced under a wide variety of production conditions, but more often during one dielectric and the other one friction or dielectrics and metals friction.

To prevent the possibility of dangerous electrostatic discharges occurrence, taking into account the features of production, it is necessary to provide the following protection measures:

- earthing of electrically conductive equipment and communications;
- the use of neutralizers;
- select pairs of contacting materials electrified with charges of different signs;
- humidification of the ambient atmosphere;
- the use of electrically conductive materials for equipment;
- the use of protective clothing.

5.2 Environmental Safety:

Working with a PC does not entail negative environmental impacts, therefore it is not necessary to create a sanitary protection zone and take measures to protect the atmosphere, hydrosphere and lithosphere.

The only exception is recycling of a personal computer as a hard waste, and as a result of this, there are soil contamination or emissions of pollutants and carbon dioxide into the atmosphere and generation of heat in case of fire.

PC, at the end of the life, can be attributed to wastes of the electronics industry. Recycling of such wastes is carried out by dividing them into homogeneous components, by chemical isolation of components suitable for further use and directing them for further use (for example, silicon, aluminum, gold, silver, rare metals) according to [10].

Wastes that cannot be recycled and reused are to be disposed in the landfill.

Due to the presence of mercury in the lamp, there is a need for their proper disposal. Even in small doses, this chemical element is capable of causing neurological diseases, and high doses can even lead to death.

The mechanism of handling and utilization of mercuric lamps and the mercury itself is described in [13]. According to the requirements and rules, utilization procedure for broken down incandescent lamps is to begin with putting them into storage in special containers in rooms equipped for these needs. With the accumulation of a certain amount of mercuric and other dangerous types of lamps, they are sorted, placed in separate cells and sent to a profile company for subsequent neutralization and recycling.

Safety in emergency situations:

An office room belongs to the B3 category for fire hazardous according to the Fire Regulations 105-03.

Fire prevention is a complex of organizational and technical measures aimed at ensuring people's safety, preventing a fire and limiting its spread, as well as at creating conditions for a successful fire extinguishing. For the fire prevention, it is extremely important to properly assess risks of fire for the building, identify hazards and justify ways and means of fire prevention and protection.

One of the conditions for ensuring fire safety is elimination of possible ignition sources.

In the laboratory, ignition sources may be defective electrical equipment, malfunctions in electrical wiring, electrical outlets and switches.

In order to exclude the occurrence of fire for these reasons, it is necessary to identify and correct malfunctions in time, carry out scheduled inspection and timely eliminate all the malfunctions and unserviceable electrical appliances and not to use them.

In order to reduce the risk of fire due to a short-circuit, it is necessary for the wiring to be hidden.

In summer, during a thunderstorm, a lightning strike may result in a fire. In order to avoid this, it is recommended to install a lightning rod on the building roof.

In case of a fire, it is necessary to turn off the power supply, call the fire brigade by phone, evacuate people from the room according to the evacuation plan and proceed with the use of fire extinguishers.

In case of a small fire spot, there can be used improvised means to stop the access of air to the object of ignition.

In case of emergency situation, the laboratory should be equipped with evacuation plans. The evacuation plan, according to GOST R 12.2.143-2009, is the document, which contains evacuation and emergency routes and exits, the algorithm of actions is determined for any emergency situation incl. fire. It also shows location of fire extinguishers.

The laboratory is equipped with a carbon dioxide fire extinguisher. It consists of a metal case of high strength, into which carbonic acid is pumped under high pressure. In the case neck there is a valve or pistol shut-off device. It is connected with a siphon tube, descending to the very bottom of the cylinder. With the help of an armored hose or metal tube, the trigger is connected to the discharge horn. This type is used due to the presence of electrical appliances in the work zone.

Legal and organizational issues of security:

The workplace is a part of the space, where the engineer carries out his labor activity and spends most of his working time. The workplace, that is well adapted to the employee work activity, properly and appropriately organized with respect to space, shape and size, ensures a comfortable working position and high labor productivity with the least physical and mental stress.

According to GOST 12.2.032-78 [11] the workplace design and mutual arrangement of all its elements must correspond to anthropometric, physical and psychological requirements. The nature of the work is also of great importance. In particular, when organizing a workplace, the following basic conditions must be complied with:

- optimal placement of equipment, that is a part of the workplace;
- sufficient working space allowing all necessary motions and movements;
- natural and artificial lighting is needed to perform assigned tasks;
- acoustic noise level should not exceed the permissible value.

A desk and a chair are the main elements of the workplace. The main working position is the sitting one. Therefore, in order to exclude the emergence of diseases associated with low mobility of the worker, it is necessary to have an opportunity to freely change postures. It is also necessary to maintain the work and rest regime with breaks filled with "distracting" muscular loads on those links of the musculoskeletal system that are not included in maintaining basic working posture.

According to working conditions, the workplace refers to the individual work place for sitting work. The workplace should occupy an area of at least 6 m, the height of the room should be at least 4 m, and the volume - at least 20 m³ per person.

Conclusion on social responsibility

Basic requirements for the workplace were examined in this section. Implementation of these requirements is necessary to ensure harmless and safe workflow.

Hazardous and dangerous factors arising during work were identified. Also, the normative indicators were analyzed, the required values were compared with the current ones.

Recommendations are given to minimize the influence of production factors.

The impact on the environment was analyzed and problems of waste recycling were identified. Also there were submitted regulatory documents regulating utilization of hazardous and dangerous substances.

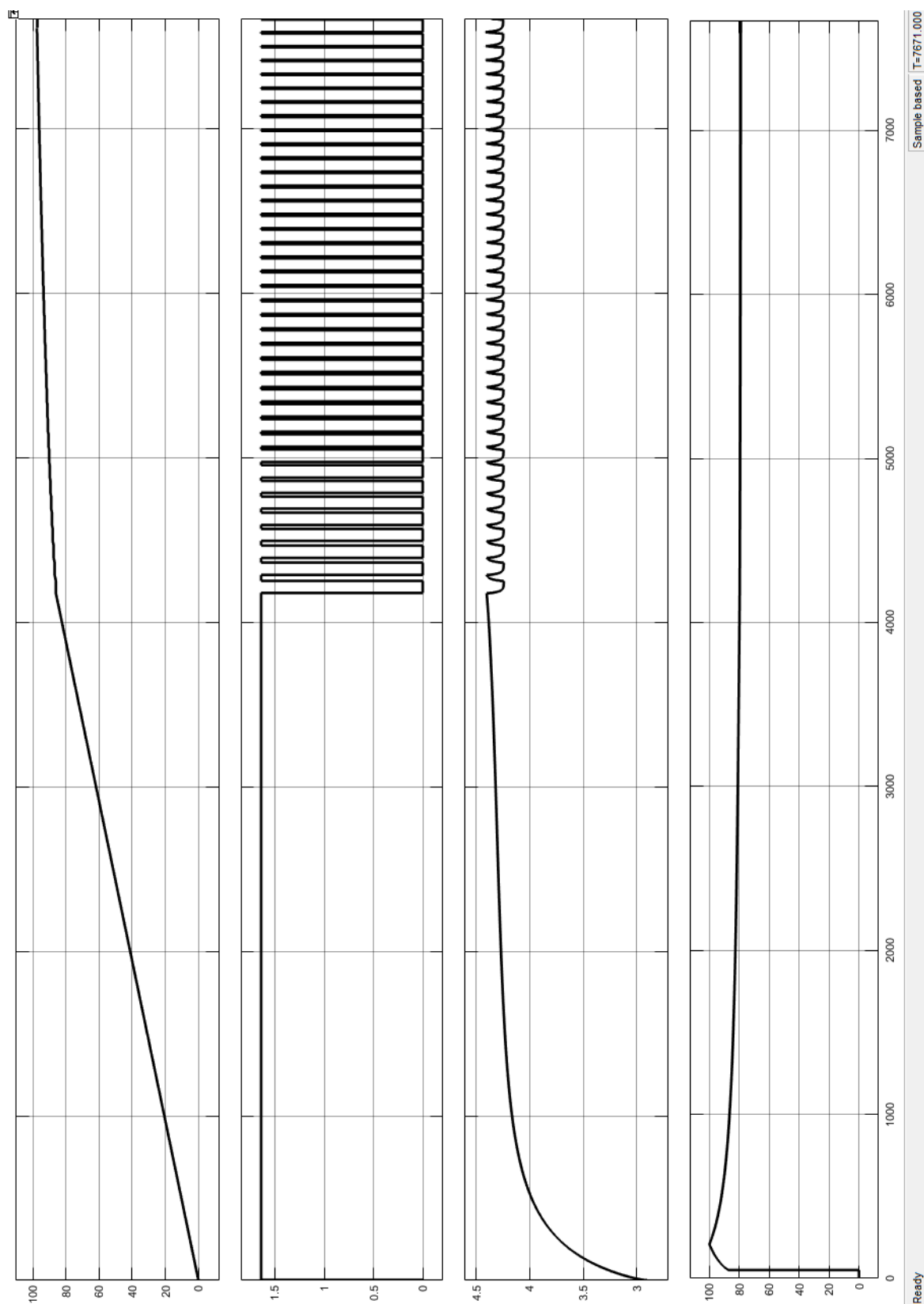
According to Fire Regulations 105-03 there were determined the room category and actions necessary to minimize the possibility of a fire.

From the analysis it can be concluded that the workplace meets all the requirements of regulatory documents for industrial safety and labor protection.

Приложение Б

(обязательное)

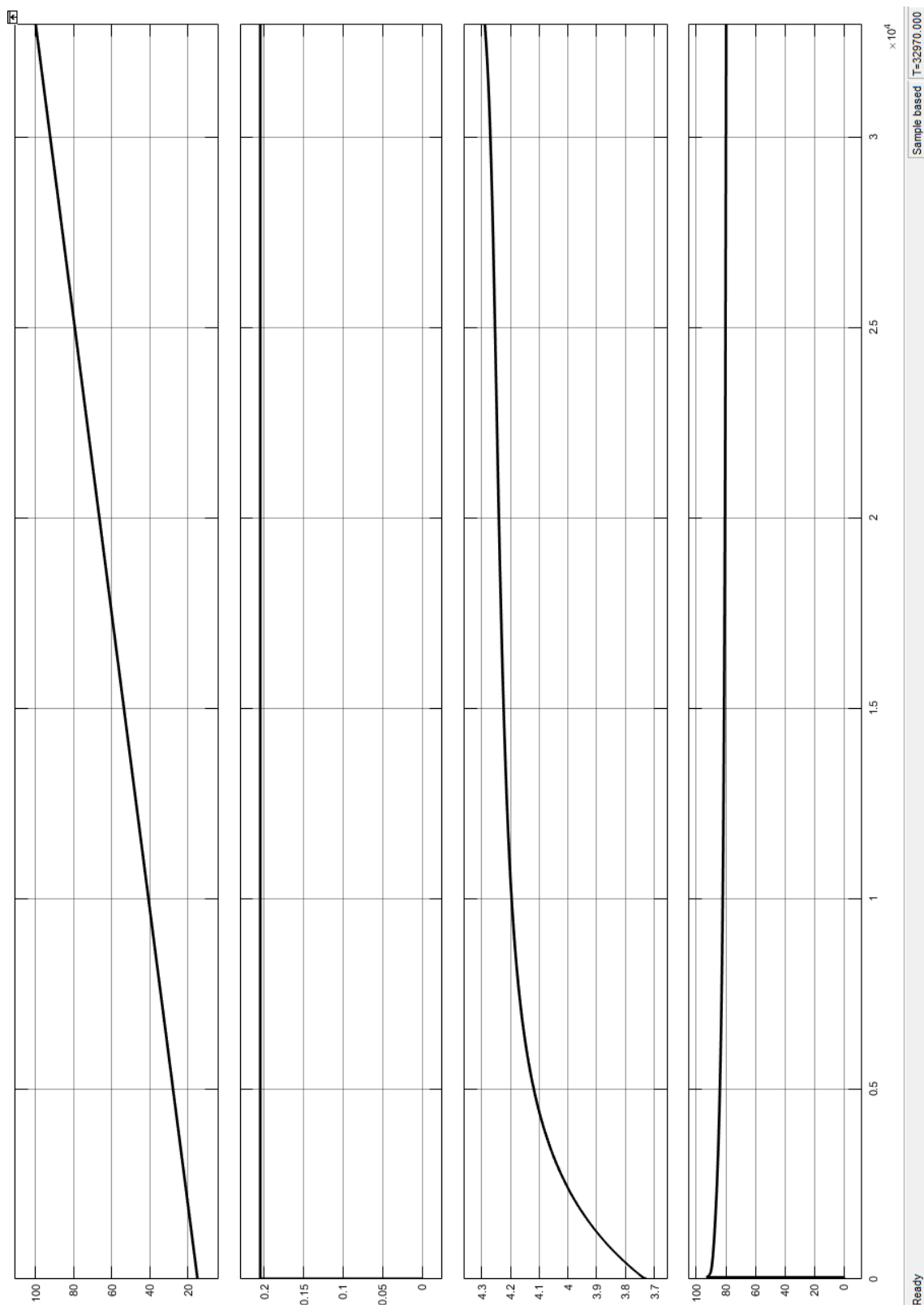
Графики изменения параметров системы при импульсном заряде



Приложение В

(обязательное)

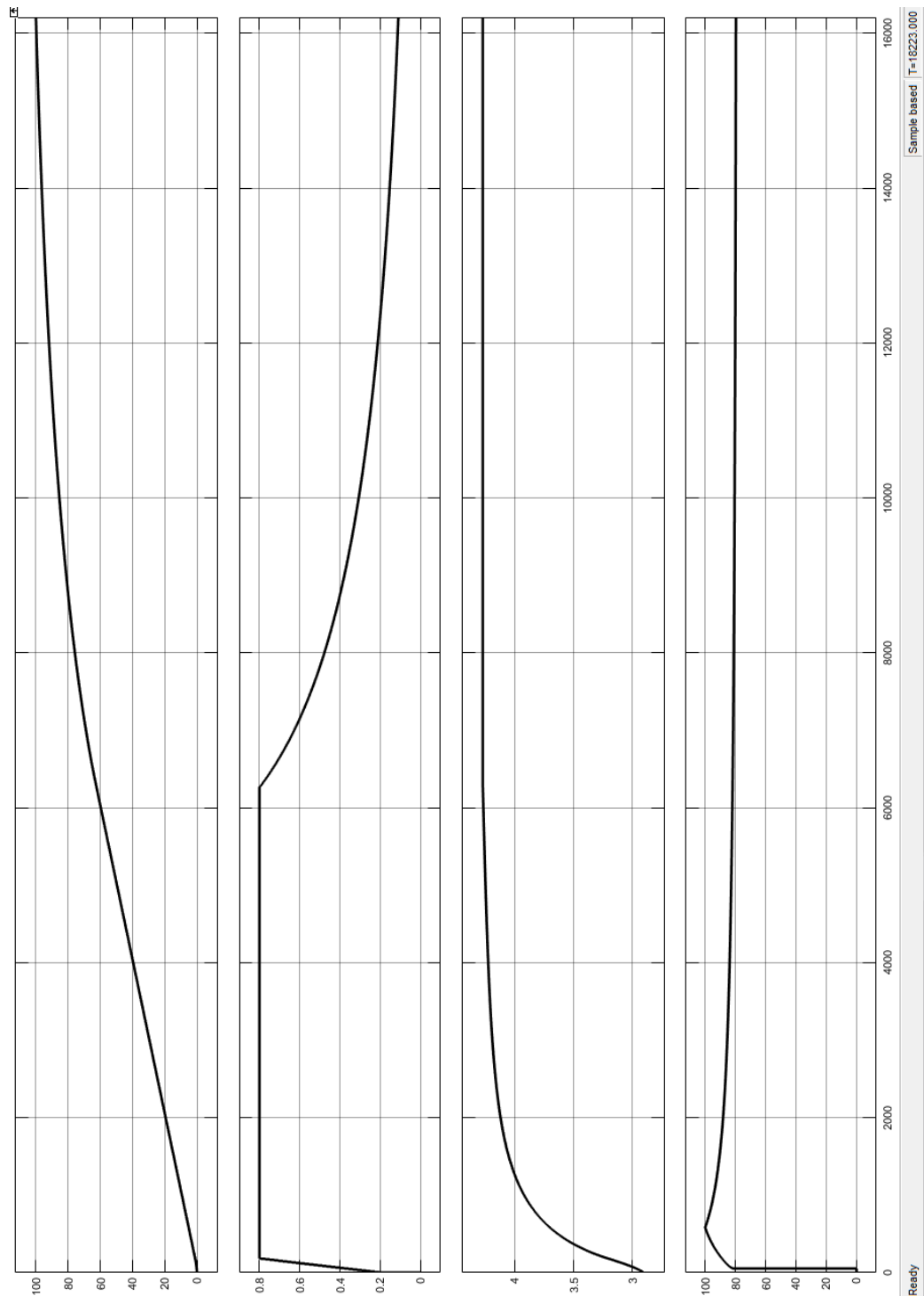
Графики изменения параметров системы при капельном заряде



Приложение Г

(обязательное)

Графики изменения параметров системы при быстром заряде



Приложение Д (обязательное)

Графики изменения параметров системы при ступенчатом заряде



Приложение Ж

(обязательное)

Листинг программы заряда

```
function [sys,x0,str,ts] = Charge(t,x,u,flag)
% SFUNTMPL - Базовый шаблон для создания MATLAB S-функции.
% С помощью MATLAB S-функции пользователь может задать систему
% обыкновенных дифференциальных уравнений (ODE), уравнения дискретной
% системы, и(или) любой алгоритм, описывающий работу Simulink-блока.
%
% Базовая форма синтаксиса S-функции выглядит следующим образом:
% [sys,x0,str,ts] = sfunc(t,x,u,flag,p1,...,pn)
%
% Параметры S-функции:
%
% t - Текущее время
% x - Вектор переменных состояния системы
% u - Вектор входных сигналов
% flag - Флаг - целое число, определяющее какая функция внутри S-функции
% выполняется при вызове.
% p1,...,pn - Параметры S-функции, задаваемые в окне диалога блока "S-function".
%
% Результат, возвращаемый (вычисляемый) S-функцией в момент времени t зависит
% от значения переменной flag, значения вектора состояния системы x и текущего
% значения вектора входного сигнала u.
%
% Результаты работы S-функции в зависимости от значения переменной flag приведены
% в таблице:
%


| flag | РЕЗУЛЬТАТ                     | ВЫПОЛНЯЕМАЯ ФУНКЦИЯ | ОПИСАНИЕ                                                                                                   |
|------|-------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0    | [sizes,x0, mdlInitializesizes |                     | Инициализация: Расчет начальных условий, значений вектора модельного времени, времени, размерности матриц. |
| 1    | dx mdlDerivatives             |                     | Расчет значений производных вектора x состояния системы.                                                   |
| 2    | ds mdlUpdate                  |                     | Расчет значений вектора состояния x дискретной системы: sys = x(n+1).                                      |
| 3    | y mdlOutputs                  |                     | Расчет значений выходного вектора sys.                                                                     |
| 4    | tnext mdlGetTimeOfNextVarHit  |                     | Расчет значения времени для                                                                                |


```

```
% |      |      |      | следующей расчетной точки |
% |      |      |      | дискретной части системы. |
% |      |      |      | Используется при расчете |
% |      |      |      | дискретной или гибридной |
% |      |      |      | системы с переменным шагом. |
% | 5 |      |      | Зарезервировано для будущего|
% |      |      |      | использования. |
% | 9 |      | [] | mdlTerminate | Завершение расчета |
% |_____|_____|_____|_____|
%
%
%
% Параметры блока "S-function" p1,...,pn передаются в S-функцию при любом значении
% переменной flag.
%
% При вызове S-функции со значением переменной flag = 0 ею рассчитываются
% следующие величины:
%
% sys(1) = Число непрерывных переменных состояния.
% sys(2) = Число дискретных переменных состояния.
% sys(3) = Число выходных переменных.
% sys(4) = Число входных переменных (размерность вектора u).
%
% Любой из первых четырех элементов в sys может быть задан
% равным -1 (минус один), что означает динамически задаваемую
% размерность соответствующих переменных. Фактическая размерность
% при вызове S-функции с другими значениями переменной flag
% будет равна размерности входного вектора u.
%
% Например, при sys(3) = -1, размерность выходного вектора будет
% задана равной размерности входного вектора.
%
% sys(5) = Значение зарезервировано для будущего использования.
% sys(6) = Значение, равное 1, соответствует прохождению входного сигнала на выход.
%
% Значение, равное 0, определяет, что входной сигнал не используется для
% вычисления выходного сигнала в функции mdlOutputs, вызываемой при
% значении переменной flag = 3.
%
% sys(7) = Размерность вектора модельного времени (количество строк в матрице ts).
%
%
%
% x0 = Задание вектора начальных значений переменных состояния.
%
% Если переменных состояния нет - значение параметра задается равным [].
%
%
% str = Зарезервированный параметр. Значение параметра задается равным [].
%
% State ordering strings which is generally specified as [].
%
%
% ts = Матрица, размерностью m-на-2, задающая модельное время и смещение
% (period и offset), где m - число строк в матрице ts.
%
%
%
% Например:
```

```
% Параметры блока "S-function" p1,...,pn передаются в S-функцию при любом значении
% переменной flag.
```

```
% При вызове S-функции со значением переменной flag = 0 ею рассчитываются
% следующие величины:
```

```
% sys(1) = Число непрерывных переменных состояния.
```

```
% sys(2) = Число дискретных переменных состояния.
```

```
% sys(3) = Число выходных переменных.
```

% sys(4) = Число входных переменных (размерность вектора u).

Любой из первых четырех элементов в `sys` может быть задан
равным -1 (минус один), что означает динамически задаваемую
размерность соответствующих переменных. Фактическая размерность
при вызове S-функции с другими значениями переменной `flag`
будет равна размерности входного вектора `u`.

```
%      Например, при sys(3) = -1, размерность выходного вектора будет
%      задана равной размерности входного вектора.
```

% sys(5) = Значение зарезервировано для будущего использования.

% sys(6) = Значение, равное 1, соответствует прохождению входного сигнала на выход.

```
% Значение, равное 0, определяет, что входной сигнал не используется для
% вычисления выходного сигнала в функции mdlOutputs, вызываемой при
% значении переменной flag = 3.
```

```
% sys(7) = Размерность вектора модельного времени (количество строк в матрице ts).
```

% x0 = Задание вектора начальных значений переменных состояниЯ.

% Если переменных состояниЯ нет - значение параметра задаетСя равным [].

% str = Зарезервированный параметр. Значение параметра задается равным [].

% State ordering strings which is generally specified as [] .

% ts = Матрица, размерностью m-на-2, задающая модельное время и смещение
% (period и offset), где m - число строк в матрице ts.

% Например:

```

%
%   ts = [0  0,   % Шаг модельного времени для непрерывной части системы.
%           0  1,   % Фиксированный шаг расчета для непрерывной части системы.
%   period offset, % Фиксированный шаг модельного времени для дискретной
%                   % части системы, где - period > 0 & offset < PERIOD.
%   -2  0]; % Переменный шаг модельного времени для дискретной
%           % части системы. При вызове S-функции со значением
%           % переменной flag = 4 выполняется расчет следующей
%           % точки по времени.
%
%   Если в матрице ts заданы несколько значений шага модельного времени,
%   то его значения должны располагаться в порядке возрастания.
%   В том случае, если задано более одного значения шага требуется проверка
%   времени срабатывания блока в Явном виде:
%   abs(round((T-OFFSET)/PERIOD) - (T-OFFSET)/PERIOD)
%   Обычно задаваемая погрешность при проверке равна 1e-8. Она зависит от
%   величин шага модельного времени и времени окончания расчета.
%   Можно также задать, чтобы значение временного шага передавалось в
%   блок "S-function" из предшествующего блока модели. Для функций, изменяющихся
%   внутри основного временного шага должно быть задано sys(7) = 1 и ts = [-1 0] .
%   Для функций, не изменяющихся внутри основного временного шага
%   должно быть задано sys(7) = 1 и ts = [-1 1] .
%
%   Copyright 1990-2001 The MathWorks, Inc.
%   $Revision: 1.17 $
%   Авторский перевод комментариев: Черных И.В.
%
%   Нижележащие строки показывают базовую структуру S-функции:

switch flag, % В зависимости от значения переменной flag происходит
    % вызов того или иного метода:

%=====
% Инициализация %
%=====
case 0,
    [sys,x0,str,ts]=mdlInitializeSizes;

%=====
% Расчет производных %
%=====
case 1,
    sys=mdlDerivatives(t,x,u);

%=====
% Расчет значений вектора состояний дискретной части системы %

```

```

%=====
case 2,
    sys=mdlUpdate(t,x,u);

%=====
% Расчет значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
case 3,
    sys=mdlOutputs(t,x,u);

%=====
% Расчет значения времени для следующей расчетной точки дискретной части системы %
%=====

case 4,
    sys=mdlGetTimeOfNextVarHit(t,x,u);

%=====
% Завершение расчета %
%=====
case 9,
    sys=mdlTerminate(t,x,u);

%=====
% Неизвестное значение переменной flag %
%=====
otherwise
    error(['Unhandled flag = ',num2str(flag)]);

end
% Окончание sfuntmpl

%
%=====
% mdlInitializeSizes %
% Функция инициализации %
% Расчет начальных условий, значений вектора модельного времени,%
% размерности матриц %
%=====
function [sys,x0,str,ts]=mdlInitializeSizes
% Приведенные ниже значения параметров даны в качестве примера и не отражают
% реально задаваемых значений.

sizes = simsizes; % Первый вызов функции simsizes создает структуру sizes

sizes.NumContStates = 0; % Число непрерывных переменных состояния

```



```

sizes.NumDiscStates = 11; % Число дискретных переменных состояний
sizes.NumOutputs    = 3; % Число выходных переменных (размерность выходного вектора)
sizes.NumInputs     = 5; % Число входных переменных (размерность вектора u)
sizes.DirFeedthrough = 1; % Параметр, задающий проход входного сигнала на выход.
    % Этот параметр нужно задавать равным 1, в том случае,
    % если входной сигнал прямо или опосредованно (например,
    % через логическое выражение или алгебраическую операцию)
    % проходит на выход системы (иными словами: если входной
    % сигнал u, входит в выражения задаваемые в функции mdlOutputs).
    % При описании системы в уравнениях пространства состояний
    % этот параметр следует задать равным 1, если матрица D
    % (матрица обхода) не пустая и равным нулю, в противном случае.
sizes.NumSampleTimes = 1; % Размерность вектора модельного времени. Минимальное
    % значение параметра = 1 (одна строка в матрице ts).

sys = simsizes(sizes); % Второй вызов функции simsizes. Данные о размерностях
    % передаются в Simulink.

x0 = [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]; % Задание вектора начальных значений переменных состояний
    % (начальных условий).

str = []; % Задание параметра str, как пустой матрицы. Параметр зарезервирован
    % для будущего использования.

ts = [0.1 0]; % Матрица из двух колонок, задающая шаг модельного времени и смещение.

% Окончание mdlInitializeSizes

%=====
% mdlDerivatives %
% Функция для расчета значений производных вектора состояний непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlDerivatives(t,x,u)
sys = [];

% Окончание mdlDerivatives
%=====
% mdlUpdate %
% Функция для расчета значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlUpdate(t,x,u)

if(t==0)
x(4)=u(5);

x(6)=str2double(get_param('dissB12/Battery','NomQ'));;

```

```

x(7)=str2double(get_param('dissB12/Battery','NomV'));;
end

if(u(2)<0.22*x(7))
    x(2)=0.1*x(6);
    x(3)=t;
else

    if(x(2)<0.8&x(9)==0&u(2)<=4.24)
        x(2)=0.0033*(t-x(3))+0.1*x(6);

    end

    if(u(2)>=4.27)
        x(2)=x(2)-0.0001;
        x(9)=1;
    end

end

end

x(1)=u(2);
x(8)=x(8)+u(3);
x(5)=x(5)+u(4);
sys = x;
% Окончание mdlUpdate
%=====
% mdlOutputs %
% Функция для расчета значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlOutputs(t,x,u)

C=x(6);
V=x(7);
I0=(x(8)*0.1)/(t+1);%u(3);
U0=(x(5)*0.1)/(t+1);%u(4);
SOC=u(5);

if (t<50)
    K=0;

else
    W=abs((SOC-x(4)))*C*V/100;
    W0=abs(I0*U0*t/3600);

```

```

    K=(1-abs((W-W0)/W0))*100;
end

sys = [x(1) x(2) K];

% Окончание mdlOutputs

%=====
% mdlGetTimeOfNextVarHit %
% Расчет значения времени для следующей расчетной точки дискретной части системы. %
% Функция рассчитывает время (абсолютное значение), по достижении которого %
% значения дискретной части системы передаются в Simulink-модель. %
% Функция используется только в случае моделирования дискретной части системы %
% с переменным шагом (variable discrete-time sample time). В этом случае параметр ts %
% функции mdlInitializeSizes должен быть задан как [-2 0] . %
%=====
function sys=mdlGetTimeOfNextVarHit(t,x,u)

sampleTime = 1; % Пример: время срабатывания блока увеличивается на 1 секунду.
sys = t + sampleTime;

% Окончание mdlGetTimeOfNextVarHit

%=====
% mdlTerminate %
% Функция, выполняющая завершение расчета %
%=====
function sys=mdlTerminate(t,x,u)

sys = [];
% Окончание mdlTerminate

```

Приложение 3

(обязательное)

Листинг программы заряда

```
function [sys,x0,str,ts] = Charge(t,x,u,flag)

% SFUNTMPL - Базовый шаблон для создания MATLAB S-функции.
% С помощью MATLAB S-функции пользователь может задать систему
% обыкновенных дифференциальных уравнений (ODE), уравнения дискретной
% системы, и(или) любой алгоритм, описывающий работу Simulink-блока.
%
% Базовая форма синтаксиса S-функции выглядит следующим образом:
% [sys,x0,str,ts] = sfunc(t,x,u,flag,p1,...,pn)
%
% Параметры S-функции:
%
% t - Текущее время
% x - Вектор переменных состояния системы
% u - Вектор входных сигналов
% flag - Флаг - целое число, определяющее какая функция внутри S-функции
% выполняется при вызове.
% p1,...,pn - Параметры S-функции, задаваемые в окне диалога блока "S-function".
%
% Результат, возвращаемый (вычисляемый) S-функцией в момент времени t зависит
% от значения переменной flag, значения вектора состояния системы x и текущего
% значения вектора входного сигнала u.
%
% Результаты работы S-функции в зависимости от значения переменной flag приведены
% в таблице:
%
% _____
% | | | | |
% | flag | РЕЗУЛЬТАТ | ВЫПОЛНЯЕМАЯ ФУНКЦИЯ | ОПИСАНИЕ |
% | | | (callback-метод) | |
% | _____ |
% | 0 | [sizes,x0,| mdlInitializesizes | Инициализация: Расчет |
% | | str,ts] | | начальных условий, значений |
% | | | | вектора модельного времени |
% | | | | времени, размерности матриц. |
% | 1 | dx | mdlDerivatives | Расчет значений производных |
```

```

% |   |   |   | вектора x состоЯний системы. |
% | 2 |   | ds | mdlUpdate | Расчет значений вектора |
% |   |   |   | состоЯний x дискретной |
% |   |   |   | системы: sys = x(n+1). |
% | 3 |   | y | mdlOutputs | Расчет значений выходного |
% |   |   |   | вектора sys . |
% | 4 |   | tnext | mdlGetTimeOfNextVarHit | Расчет значениЯ времени для|
% |   |   |   | следующей расчетной точки |
% |   |   |   | дискретной части системы. |
% |   |   |   | Используется при расчете |
% |   |   |   | дискретной или гибридной |
% |   |   |   | системы с переменным шагом. |
% | 5 |   |   | | Зарезервировано для будущего|
% |   |   |   | использованиЯ. |
% | 9 |   | [] | mdlTerminate | Завершение расчета |
% |_____|_____|_____|_____|
%
%
% Параметры блока "S-function" p1,...,pn передаются в S-функцию при любом значении
% переменной flag.
%
% При вызове S-функции со значением переменной flag = 0 ею рассчитываются
% следующие величины:
%
% sys(1) = Число непрерывных переменных состоЯний.
% sys(2) = Число дискретных переменных состоЯний.
% sys(3) = Число выходных переменных.
% sys(4) = Число входных переменных (размерность вектора u).
%
% Любой из первых четырех элементов в sys может быть задан
% равным -1 (минус один), что означает динамически задаваемую
% размерность соответствующих переменных. Фактически размерность
% при вызове S-функции с другими значениями переменной flag
% будет равна размерности входного вектора u.
%
% Например, при sys(3) = -1, размерность выходного вектора будет
% задана равной размерности входного вектора.
%
% sys(5) = Значение зарезервировано для будущего использованиЯ.
% sys(6) = Значение, равное 1, соответствует прохождению входного сигнала на выход.

```

```

%      Значение, равное 0, определяет, что входной сигнал не используется для
%      вычисления выходного сигнала в функции mdlOutputs, вызываемой при
%      значении переменной flag = 3.
%      sys(7) = Размерность вектора модельного времени (количество строк в матрице ts).
%
%
%      x0 = Задание вектора начальных значений переменных состояния.
%      Если переменных состояния нет - значение параметра задается равным [].
%
%      str = Зарезервированный параметр. Значение параметра задается равным [].
%      State ordering strings which is generally specified as [].
%
%      ts = Матрица, размерностью m-на-2, задающая модельное время и смещение
%      (period и offset), где m - число строк в матрице ts.
%
%      Например:
%
%      ts = [0  0,    % Шаг модельного времени для непрерывной части системы.
%           0  1,    % Фиксированный шаг расчета для непрерывной части системы.
%           period offset, % Фиксированный шаг модельного времени для дискретной
%                        % части системы, где - period > 0 & offset < PERIOD.
%           -2  0]; % Переменный шаг модельного времени для дискретной
%                 % части системы. При вызове S-функции со значением
%                 % переменной flag = 4 выполняется расчет следующей
%                 % точки по времени.
%
%      Если в матрице ts заданы несколько значений шага модельного времени,
%      то его значения должны располагаться в порядке возрастания.
%      В том случае, если задано более одного значения шага требуется проверка
%      времени срабатывания блока в Явном виде:
%      abs(round((T-OFFSET)/PERIOD) - (T-OFFSET)/PERIOD)
%      Обычно задаваемая погрешность при проверке равна 1e-8. Она зависит от
%      величин шага модельного времени и времени окончания расчета.
%      Можно также задать, чтобы значение временного шага передавалось в
%      блок "S-function" из предшествующего блока модели. Для функций, изменяющихся
%      внутри основного временного шага должно быть задано sys(7) = 1 и ts = [-1 0].
%      Для функций, не изменяющихся внутри основного временного шага

```

```

%      должно быть задано sys(7) = 1 и ts = [-1 1] .
%
% Copyright 1990-2001 The MathWorks, Inc.
% $Revision: 1.17 $
% Авторский перевод комментариев: Черных И.В.
%
% Нижележащие строки показывают базовую структуру S-функции:

switch flag, % В зависимости от значения переменной flag происходит
    % вызов того или иного метода:

%=====
% Инициализация %
%=====
case 0,
    [sys,x0,str,ts]=mdlInitializeSizes;

%=====
% Расчет производных %
%=====
case 1,
    sys=mdlDerivatives(t,x,u);

%=====
% Расчет значений вектора состояний дискретной части системы %
%=====
case 2,
    sys=mdlUpdate(t,x,u);

%=====
% Расчет значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
case 3,
    sys=mdlOutputs(t,x,u);

%=====
% Расчет значения времени для следующей расчетной точки дискретной части системы %

```

```

%=====

case 4,

    sys=mdlGetTimeOfNextVarHit(t,x,u);

%=====
% Завершение расчета %
%=====

case 9,

    sys=mdlTerminate(t,x,u);

%=====
% Неизвестное значение переменной flag %
%=====

otherwise

    error(['Unhandled flag = ',num2str(flag)]);

end

% Окончание sfuntmpl

%

%=====

% mdlInitializeSizes          %
% Функция инициализации      %
% Расчет начальных условий, значений вектора модельного времени,%
% размерности матриц        %
%=====

function [sys,x0,str,ts]=mdlInitializeSizes

% Приведенные ниже значения параметров даны в качестве примера и не отражают
% реально задаваемых значений.

sizes = simsizes; % Первый вызов функции simsizes создает структуру sizes

sizes.NumContStates = 0; % Число непрерывных переменных состояния
sizes.NumDiscStates = 9; % Число дискретных переменных состояния
sizes.NumOutputs = 3; % Число выходных переменных (размерность выходного вектора)
sizes.NumInputs = 5; % Число входных переменных (размерность вектора u)

```



```

sizes.DirFeedthrough = 1; % Параметр, задающий проход входного сигнала на выход.

    % Этот параметр нужно задавать равным 1, в том случае,
    % если входной сигнал прямо или опосредованно (например,
    % через логическое выражение или алгебраическую операцию)
    % проходит на выход системы (иными словами: если входной
    % сигнал u, входит в выражения задаваемые в функции mdlOutputs).
    % При описании системы в уравнениях пространства состояний
    % этот параметр следует задать равным 1, если матрица D
    % (матрица обхода) не пустая и равным нулю, в противном случае.

sizes.NumSampleTimes = 1; % Размерность вектора модельного времени. Минимальное
    % значение параметра = 1 (одна строка в матрице ts).

sys = simsizes(sizes); % Второй вызов функции simsizes. Данные о размерностях
    % передаются в Simulink.

x0 = [0 0 0 0 0 0 0 0]; % Задание вектора начальных значений переменных состояния
    % (начальных условий).

str = []; % Задание параметра str, как пустой матрицы. Параметр зарезервирован
    % для будущего использования.

ts = [10 0]; % Матрица из двух колонок, задающая шаг модельного времени и смещение.

% Окончание mdlInitializeSizes

%=====
% mdlDerivatives %
% Функция для расчета значений производных вектора состояния непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlDerivatives(t,x,u)
sys = [];

% Окончание mdlDerivatives

%=====
% mdlUpdate %

```

```

% Функция для расчета значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlUpdate(t,x,u

if(t==0)
x(5)=u(4);
x(1)=0;
x(3)=0;
x(4)=0;
x(8)=0;
x(6)=str2double(get_param('dissBK12/Battery','NomQ'));

x(7)=str2double(get_param('dissBK12/Battery','NomV'));
end

x(2)=0.1*x(6);

if ((u(5)>90)&x(3)<20)
    x(2)=0;
    if((x(5)-u(4)==0)|| x(1)==1)
        x(2)=0.5;
        x(1)=1;
        if(x(8)==0)
            x(8)=t;
            x(9)=u(4);
        end
    end
end

if(x(1)==1)
    x(3)=x(3)+1;
    if(x(3)==20)
        x(1)=0;

```

```

x(8)=t-x(8);
x(9)=-x(9)+u(4);
end
end

if (x(1)==1)
    x(4)=(x(4)+u(4)-x(9));
end

x(5)=u(4);
sys = x;

% Окончание mdlUpdate

%=====
% mdlOutputs                                     %
% Функция для расчета значений вектора выходных сигналов непрерывной части системы %
%=====
function sys=mdlOutputs(t,x,u)
S=x(9);

sys = [x(1) x(2) S];

% Окончание mdlOutputs

%=====
% mdlGetTimeOfNextVarHit                         %
% Расчет значения времени для следующей расчетной точки дискретной части системы.  %
% Функция рассчитывает время (абсолютное значение), по достижении которого      %
% значения дискретной части системы передаются в Simulink-модель.                %
% Функция используется только в случае моделирования дискретной части системы    %
% с переменным шагом (variable discrete-time sample time). В этом случае параметр ts %
% функции mdlInitializeSizes должен быть задан как [-2 0] .                      %

```

```

%=====
function sys=mdlGetTimeOfNextVarHit(t,x,u)

sampleTime = 1; % Пример: время срабатывания блока увеличивается на 1 секунду.
sys = t + sampleTime;

% Окончание mdlGetTimeOfNextVarHit

%=====
% mdlTerminate          %
% Функция, выполняющая завершение расчета %
%=====
function sys=mdlTerminate(t,x,u)

sys = [];

% Окончание mdlTerminate

```